



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

**DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN HORNO DE PINTURA ELECTROSTÁTICA PARA
TABLEROS ELÉCTRICOS CON PLC S7-1500 Y HMI KTP-700.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero en Electrónica

AUTORES: ÁNGEL GABRIEL ANGAMARCA PERALTA
ERÓN GREGORIO AYALA MORÁN

TUTOR: ING. GEOVANNY GARCIA FLOR, MSC.

Guayaquil – Ecuador

2024

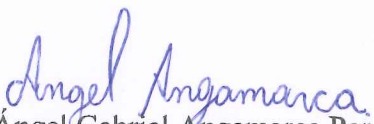
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Ángel Gabriel Angamarca Peralta, con documento de identificación N° 0953224862 y Erón Gregorio Ayala Morán, con documento de identificación N° 0927780197, manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana, pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación

Guayaquil, 24 de enero del año 2024.

Atentamente,


Ángel Gabriel Angamarca Peralta
0953224862


Erón Gregorio Ayala Morán
0927780197

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Ángel Gabriel Angamarca Peralta, con documento de identificación N° 0953224862 y Erón Gregorio Ayala Morán, con documento de identificación N° 0927780197, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana, la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Diseño y simulación de un horno de pintura electrostática para tableros eléctricos con PLC S7-1500 y HMI KTP-700”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Electrónica, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 24 de enero del año 2024.

Atentamente,


Ángel Gabriel Angamarca Peralta

0953224862


Erón Gregorio Ayala Morán

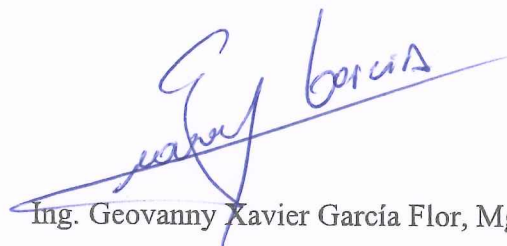
0927780197

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Geovanny Xavier García Flor, con documento de identificación N° 0922357702, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN HORNO DE PINTURA ELECTROSTÁTICA PARA TABLEROS ELÉCTRICOS CON PLC S7-1500 Y HMI KTP-700, realizado por Ángel Gabriel Angamarca Peralta, con documento de identificación N° 0953224862 y Erón Gregorio Ayala Morán, con documento de identificación N° 0927780197, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 24 de enero del año 2024.

Atentamente,



Ing. Geovanny Xavier García Flor, Mgtr.

0922357702

Dedicatorias y Agradecimientos

Agradezco primeramente a Dios por haberme permitido culminar mis estudios y por brindarme mucha fortaleza y confianza para poder presentar este importante proyecto, también agradezco mucho a mi familia por el apoyo incondicional y a mis mentores los Ingenieros Alejandro Ayala Mc Gregor y Gonzalo Toasa Guamanquispe, que día a día creen en mí capacidad intelectual y depositan su total confianza para crecer junto a su empresa Eléctrica Hamt Cía. Ltda.

Dedico este importante paso a esta nueva etapa profesional a mi querida familia, esposa e hijos, que han brindado su apoyo y sobre todo su gran amor que ha sido mi gran fortaleza para lograr mi importante objetivo.

Erón Ayala Morán.

Con profundo agradecimiento, dedicado este trabajo de tesis a Dios, fuente inagotable de sabiduría y guía constante en mi camino académico. A Él le agradezco por cada paso, por las lecciones aprendidas y por la fortaleza que me brindó en los momentos desafiantes.

A mis amados padres, José Angamarca e Ingrid Peralta, les dedico los frutos de este esfuerzo. Su amor incondicional, apoyo inquebrantable y sacrificios han sido la luz que iluminó mi sendero hacia el éxito. Este logro no solo es mío, sino también el reflejo de su dedicación y ejemplo inspirador.

Gracias por ser mi pilar, por creer en mis capacidades y por alentarme a perseguir mis sueños. Este trabajo es un testimonio de su influencia positiva en mi vida y de la importancia fundamental que tienen en mi éxito académico.

Con cariño y agradecimiento eterno,

Ángel Angamarca Peralta.

Resumen

Este trabajo de titulación tiene como finalidad poder justificar la implementación de mejoras en el proceso de aplicación de curado de pintura electrostática en polvo, en un horno industrial que actualmente se encuentra dentro de su área de producción en la empresa Eléctrica Hamt. Mediante el estudio y levantamiento de información del actual horno, se realizará el diseño de un sistema de control automatizado, con el software TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal), con un controlador lógico programable (PLC) modelo S7-1500 y pantalla de visualización (HMI: Human Machine Interface) modelo KTP-700 Simatic WinCC Runtime Advanced de la marca Siemens.

El sistema de control y visualización de operación se pretende simular desde el HMI Simatic WinCC Runtime Advanced, empleando un sistema de medición de temperatura, simulando un sensor RTD PT100 y controlando la inyección de fluido de GLP, simulando las válvulas de corte modelo ASCO HV226.

Además, se podrá ingresar parámetros (set point), para la calibración de los sensores para mejorar la eficiencia del sistema, de esta manera obtener los resultados con las tendencias del proceso.

Palabras claves: Gas Licuado de petróleo (GLP), TIA Portal ,S7-1500, HMI KTP-700, Simatic WinCC Runtime Advanced, tableros eléctricos metálicos, horno de curado, pintura electrostática en polvo.

Abstract

The purpose of this thesis is to justify the implementation of improvements in the process of applying the curing of electrostatic powder paint in an industrial furnace that is currently located within its production area at the Hamt Electric Company.

Through the study and collection of information from the current furnace, the design of an automated control system will be carried out, with the TIA Portal software (Totally Integrated Automation Portal), with a programmable logic controller (PLC) model S7-1500 and display screen (HMI: Human Machine Interface) model KTP-700 Simatic WinCC Runtime Advanced from the Siemens brand.

The operation control and visualization system are intended to be simulated from the Simatic WinCC Runtime Advanced HMI, using a temperature measurement system, simulating a PT100 RTD sensor and controlling the injection of LPG fluid, simulating the ASCO HV226 model shut-off valves.

In addition, parameters (set point) can be entered for the calibration of the sensors to improve the efficiency of the system, in this way obtaining the results with the process trends.

Keywords: Liquefied Petroleum Gas (LPG), TIA Portal, S7-1500, HMI KTP-700 Simatic, WinCC Runtime Advanced, metal electrical panels, drying oven, electrostatic powder paint.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	12
II. PROBLEMA.....	13
2.1. Descripción del problema	13
2.2. Importancia y alcance	13
2.3. Delimitación.....	13
III. OBJETIVOS	14
3.1. Objetivo General.....	14
3.2. Objetivos Específicos.....	14
IV. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	15
4.1 Pintura Electrostática.....	15
4.2 Tipos de Pintura Electrostática	15
4.2.1 Pinturas epoxi:	16
4.2.2 Pinturas poliéster:.....	16
4.2.3 Pinturas epoxi/poliéster o híbridas:.....	16
4.3 Gas Licuado de Petróleo (GLP).....	16
4.4 Horno de Curado	17
4.5 Sistema de transporte aéreo	18
4.6 Ventilador Centrifugo para extracción de aire modelo SDECB/Z-380-4T-3	19
4.7 Válvulas de cierre para gas licuado de petróleo modelo HV226	20
4.8 Quemadores para gas licuado de petróleo modelo Gulliver BS2/M	20
4.9 Sensor de Temperatura tipo RTD modelo Rosemount™ 214C.....	21

4.10	Fuente de alimentación de carga PM 190 W 120/230 V AC modelo 6EP1333-4BA00	23
4.11	Controlador Lógico Programable Simatic S7-1500, modelo CPU 1516-3 PN/DP, 6ES7516-3AN01-0AB0	23
4.12	Módulo de entradas digitales DI 32x24VDC HF modelo 6ES7521-1BH00-0AB0	24
4.13	Módulo de salidas digitales DO 32x24VDC HF modelo 6ES7522-1BL01-AB0	25
4.14	Módulo de entradas analógicas AI 8xU/I/RTD/TC ST modelo 6ES7531-7KF00	26
4.15	Módulo de salidas analógicas AQ 4xU/I/ ST modelo 6ES7532-5HD00-0AB0	26
4.16	Panel HMI Simatic modelo KTP-700 6AV2123-2GB03-0AX0	27
4.17	Switch Industrial Ethernet modelo SCALANCE XB005 6GK5005-0BA00-1AB2	28
4.18	Software TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal)	28
4.19	Software WinCC Runtime Advanced	29
4.20	Protocolo de Comunicación Industrial Ethernet	29
4.21	Sistema de Control	30
4.22	Controlador de temperatura del horno	31
4.23	Arquitectura de Automatización	32
4.24	Tablero Eléctrico de Control	33
V.	MARCO METODOLÓGICO	34
5.1.	Estudio del proceso actual del horno. –	34

5.1.1	Horno de curado:	34
5.1.2	Sistema de Calentamiento:	35
5.1.3	Sistema de Control de Temperatura	35
5.1.4	Tanque de Combustión de Gas Licuado de Petróleo (GLP)	36
5.1.5	Tablero de Control del Horno	37
5.1.6	Puertas y entradas de Inspección	37
5.2.	Diseño del sistema automatizado para el horno de pintura electrostática	38
5.2.1	Bloques de programa de Interrupción Cíclica.....	38
5.2.2	Bloques de programa de Función	39
5.2.3	Bloque de Control PID:.....	42
5.2.4	Proceso de secuencia de control:	43
5.3.	Simulación del sistema automatizado del horno de pintura electrostática	46
5.3.1	Pantalla de presentación	46
5.3.2	Proceso inicial del sistema	46
5.3.3	Etapa de limpieza	48
5.3.4	Etapa de Pintado	49
5.3.5	Etapa de Curado.....	51
5.3.6	Etapa de Enfriamiento	52
5.3.7	Interfaz de control para ajustes del sistema.....	53
5.3.8	Etapa de calibración del control PID.	54
5.3.9	Estados de Alarmas del sistema.....	57
VI.	RESULTADOS	59
6.1	Estudio del proceso del horno de curado de pintura electrostática.....	59
6.2	Diseño implementado del sistema automatizado del horno de curado	60
6.3	Simulación del sistema automatizado del horno de curado.....	62
6.3.1	Conexión eléctrico y comunicación de Controlador PLC en módulo didáctico	62
6.3.2	Detalle y pruebas del sistema	62
VII.	CRONOGRAMA	70
VIII.	PRESUPUESTO.....	71

8.1	Presupuesto del Tablero de Control con equipos de Automatización.....	71
8.2	Presupuesto de los equipos periféricos para automatización del horno de curado.....	72
8.3	Resumen de presupuesto Total del proyecto	72
IX. CONCLUSIONES		73
X. RECOMENDACIONES.....		74
XI. REFERENCIAS.....		75
XII. ANEXOS		79
12.1	Diseño Físico del Tablero.	79
12.2	Diseño Eléctrico del Tablero.....	83
12.3	Programación en software TIA PORTAL.	91

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. - Aplicación de pintura electrostática en polvo. (GYP SOLUCIONES, 2019).....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 2. - Horno de Curado. (POWDERTRONIC, 2016)</i>	<i>17</i>
<i>Figura 3. - Transportador aéreo. (SQe - Steel Química engenharia., s.f.).....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 4. - Ventiladores Centrífugos para extracción (SODECA, 2024).....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 5. - Válvulas de cierre para GLP modelo HV226. (EMERSON ELECTRIC CO., 2023)..</i>	<i>20</i>
<i>Figura 6. - Quemador modulante modelo Gulliver BS2/M. (RIELLO S.p.A., 2023)</i>	<i>21</i>
<i>Figura 7. - Sensores de temperatura tipo RTD. (EMERSON ELECTRIC CO., 2023).....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 8. - Fuente de alimentación de carga PM 190 W 120/230 VAC. (SIEMENS AG, 2022)..</i>	<i>23</i>
<i>Figura 9. - CPU 1516-3 PN/DP, 6ES7 516-3AN01-0AB0. (SIEMENS AG, 2022)</i>	<i>24</i>
<i>Figura 10. - Módulo de entradas digitales DI 32x24VDC HF. (SIEMENS AG, 2023)</i>	<i>25</i>
<i>Figura 11. - Módulo de salidas digitales DO 32x24VDC HF. (SIEMENS AG, 2022)</i>	<i>25</i>
<i>Figura 12. - Módulo de entrada analógica AI 8xU/I/RTD/TC ST. (SIEMENS AG, 2022).....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 13. - Módulo de salidas analógicas AQ 4xU/I/ ST (SIEMENS AG, 2022)</i>	<i>27</i>
<i>Figura 14. - SIMATIC HMI, KTP700 Basic Panel. (SIEMENS AG, 2022).....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 15. - Switch Industrial Ethernet SCALANCE XB005. (SIEMENS AG, 2022)</i>	<i>28</i>
<i>Figura 16. - Software TIA PORTAL (Totally Integrated Automation Portal). (SIEMENS AG, 2023)</i>	<i>29</i>
<i>Figura 17. - Software WinCC Runtime Advanced. (SIEMENS AG, 2022)</i>	<i>29</i>
<i>Figura 18. - Protocolo de comunicación industrial Ethernet. (SIEMENS AG, 2022).....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 19. - Horno de Curado existente. (Solé, 2011)</i>	<i>30</i>
<i>Figura 20. - Controlador de Temperatura PID de un horno (SENSORICX, 2024)</i>	<i>31</i>
<i>Figura 21. - Arquitectura de automatización del horno.</i>	<i>32</i>

<i>Figura 22. - Tablero de Control (Parte Externa).....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 23. - Tablero de Control (Parte Interna). (TESSIS SUPPORT AUTOMATION & CONTROL, 2020)</i>	<i>33</i>
<i>Figura 24. - Horno de Curado existente.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 25. - Conducto de Tuberías de acero.</i>	<i>35</i>
<i>Figura 26.- Quemadores del Horno.</i>	<i>35</i>
<i>Figura 27. - Controlador de Temperatura modelo NX9-11 marca Hanyoung Nux.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 28. - Válvula de paso y Manómetros.</i>	<i>36</i>
<i>Figura 29. - Tanque de GLP.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 30. - Electroválvula de paso de GLP.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 31. - Tablero de Control Convencional.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 32. – Bloque de programa de interrupción cíclica.</i>	<i>38</i>
<i>Figura 33. - Bloque de programa de funciones.</i>	<i>39</i>
<i>Figura 34. - La funcionalidad clave de los bloques de funciones</i>	<i>40</i>
<i>Figura 35. - Bloque de función de SimularTemp.</i>	<i>41</i>
<i>Figura 36. – Bloque de programa de control PID Compact.</i>	<i>43</i>
<i>Figura 37. – Bloques de programa de Proceso de secuencia de control.</i>	<i>44</i>
<i>Figura 38. - Bloques de programa de Proceso de secuencia de control.</i>	<i>45</i>
<i>Figura 39. - Bloques de programa de Proceso de secuencia de control.</i>	<i>45</i>
<i>Figura 40. – Pantalla de Inicio.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 41. – Bloque del programa de condiciones de los sensores.</i>	<i>48</i>
<i>Figura 42. – Etapa de proceso de limpieza.</i>	<i>49</i>
<i>Figura 43. – Etapa de proceso de pintado.....</i>	<i>50</i>

<i>Figura 44. - Etapa de proceso de Curado.</i>	<i>51</i>
<i>Figura 45. – Etapa de proceso de enfriamiento.</i>	<i>52</i>
<i>Figura 46. – Interfaz de control del proceso del horno.</i>	<i>54</i>
<i>Figura 47. – Interfaz de control de calibración de control PID.</i>	<i>55</i>
<i>Figura 48. – Interfaz de inicio de ingreso de credenciales para ajuste de control PID.</i>	<i>56</i>
<i>Figura 49. – Pantalla para visualización de tendencias del control PID del sistema.</i>	<i>57</i>
<i>Figura 50. – Pantalla de alarmas del sistema de control del horno.</i>	<i>58</i>
<i>Figura 51.- Arquitectura del sistema de horno de curado.</i>	<i>59</i>
<i>Figura 52. – Diagrama de P&ID del sistema de horno de curado.</i>	<i>60</i>
<i>Figura 53.- Pantalla de presentación del sistema.</i>	<i>60</i>
<i>Figura 54.- Pantalla de proceso principal del horno de curado.</i>	<i>61</i>
<i>Figura 55. – Pantalla de configuración del sistema del horno.</i>	<i>61</i>
<i>Figura 56. - Pantalla principal de funcionamiento del sistema.</i>	<i>62</i>
<i>Figura 57. - Pantalla de proceso.</i>	<i>64</i>
<i>Figura 58. - Pantalla de proceso de curado.</i>	<i>65</i>
<i>Figura 59. – Pantalla de etapa del proceso de pintado.</i>	<i>66</i>
<i>Figura 60.- Pantalla de etapa del proceso de curado.</i>	<i>67</i>
<i>Figura 61.- Pantalla de etapa del proceso del control PID.</i>	<i>68</i>
<i>Figura 62. - Pantalla de etapa del proceso de enfriamiento del producto.</i>	<i>69</i>
<i>Figura 63. - Pantalla de etapa final del proceso.</i>	<i>69</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. – Características técnicas del transportador aéreo.</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 2.- Características técnicas de Ventilador Centrifugo para horno.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 3.- Características técnicas de Quemador para GLP.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 4. - Características técnicas de Sensor de Temperatura PT100.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 5. - Características técnicas de Controlador de Temperatura del horno.</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 6. – Cronograma de actividades.</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 7. – Presupuesto del Tablero de Control de Automatización.</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 8. – Presupuesto de equipos para el horno.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 9. – Presupuesto Total del Proyecto.....</i>	<i>72</i>

I. INTRODUCCIÓN

La empresa Eléctrica Hamt, dedicada a la fabricación de tableros eléctricos metálicos, dentro de su línea de producción, tiene un proceso de aplicación de pintura electrostática en polvo, mediante un horno de secado con gas licuado de petróleo (GLP).

En la actualidad su proceso de secado es ineficiente, debido a que la aplicación es de manera manual y no posee un control automático de temperatura del horno y fluido de GLP.

El presente diseño tiene como finalidad realizar un estudio del proceso actual del horno de secado de pintura electrostática en polvo, elaborar el sistema de control y visualización automatizado del horno, utilizando controladores de temperatura, fluido de GLP, alarmas y selección de procesos, mediante la utilización del software TIA Portal y HMI Simatic WinCC Runtime Advanced.

La simulación del diseño a presentarse se empleará mediante el software TIA Portal con un PLC S7-1500 y HMI KTP-700, el cual, se visualizará el proceso automatizado del horno de secado de pintura electrostática en polvo, logrando obtener los resultados planteados.

II. PROBLEMA

2.1. Descripción del problema

En la actualidad el proceso de funcionamiento del horno de secado es de manera manual, es decir; el encendido y apagado de los quemadores, la medición de temperatura solo emite alarmas, pero no realiza ningún tipo de control para el cierre y apertura del flujo de gas licuado de petróleo (GLP), por lo que esta operación la ejecuta el operario del horno, mediante las válvulas manuales.

2.2. Importancia y alcance

El horno de curado de pintura electrostática en polvo, cumple un rol muy importante en la fabricación de los tableros eléctricos metálicos, ya que depende de su calidad de acabado, la resistencia de la pintura adherida y la estética de superficie pintada.

El avance de la tecnología ayudará a diseñar un horno de curado con un sistema automatizado, implementando medición de temperatura, control de inyección de gas licuado de petróleo (GLP) y selección del proceso acorde al producto para la obtención de un resultado eficiente en el proceso de aplicación de pintura electrostática.

Mediante el software TIA Portal en un controlador lógico programable S7-1500 y HMI KTP-700 Simatic WinCC Runtime Advanced, se realizará una simulación para justificar el presente diseño.

2.3. Delimitación

La empresa Eléctrica Hamt compañía limitada, se encuentra ubicada al norte de la ciudad de Guayaquil, avenida Francisco de Orellana y ciudadela Los Vergeles, manzana #201, solar #2 y #3.

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Diseñar y simular, mediante el software TIA Portal con un controlador lógico programable S7-1500 y HMI KTP-700 Simatic WinCC Runtime Advanced, de un horno de pintura electrostática para tableros eléctricos.

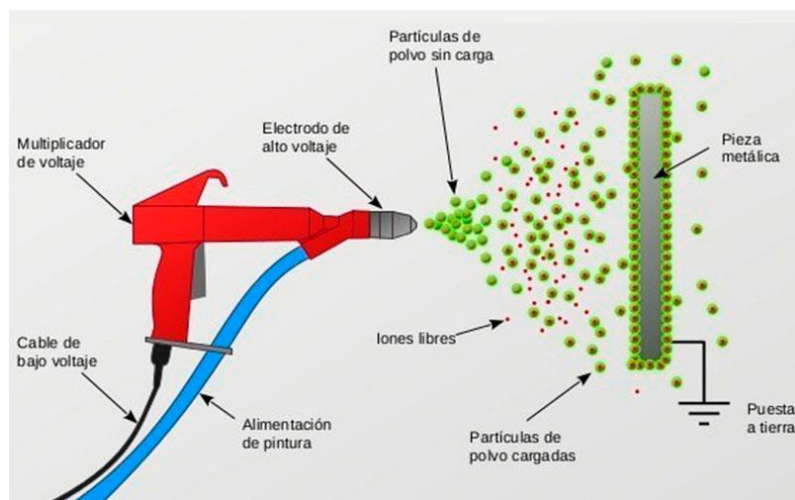
3.2. Objetivos Específicos

- Realizar un estudio detallado del proceso actual del horno de curado de pintura electrostática en polvo en la empresa Eléctrica Hamt.
- Diseñar un sistema automatizado para el horno de pintura electrostática que incluya controladores de temperatura, flujo de GLP, alarmas y selección de procesos, utilizando el software TIA Portal y HMI Simatic WinCC Runtime Advanced.
- Simular el funcionamiento del horno de pintura electrostática automatizado utilizando un controlador lógico programable S7-1500 y HMI KTP-700.

IV. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

4.1 Pintura Electrostática

La pintura electrostática, conocida en algunos lugares como lacado pintuco o simplemente pintura en polvo, constituye un tipo de revestimiento aplicado en estado de polvo seco, a diferencia de la pintura convencional en forma líquida. Este método se emplea para generar un acabado resistente y duradero, superando en robustez a las pinturas tradicionales. El proceso se realiza en instalaciones especializadas que cuentan con un horno de curado, cabinas equipadas con pistolas electrostáticas (como se ilustra en la figura 1) y, por lo general, una cadena de transporte aéreo. En este proceso, las piezas a recubrir, tales como tableros eléctricos, extrusiones de aluminio y componentes automotrices, se suspenden para ser cubiertas con la pintura en polvo. (GYP SOLUCIONES, 2019)



*Figura 1. - Aplicación de pintura electrostática en polvo.
(GYP SOLUCIONES, 2019)*

4.2 Tipos de Pintura Electrostática

Por otra parte, los pigmentos desempeñan la función de conferir color a la pintura, y su formulación porcentual se realiza de manera similar a la empleada en pinturas líquidas. No

obstante, en el caso de las pinturas electrostáticas, es crucial utilizar pigmentos capaces de soportar elevadas temperaturas sin sufrir decoloración. Otro componente esencial son las cargas, las cuales otorgan propiedades mecánicas a la pintura, como resistencia a impactos, al tiempo que contribuyen a reducir el exceso de brillo que las resinas puedan generar.

Existen varios tipos de pinturas, entre ellos:

- 4.2.1 ***Pinturas epoxi:*** Se caracterizan por su alta resistencia a impactos, excelente adherencia, duradera resistencia a la oxidación y rendimiento destacado durante la aplicación.
- 4.2.2 ***Pinturas poliéster:*** Son ideales para aplicaciones al aire libre debido a su elevada resistencia a los rayos ultravioleta y a las variaciones de temperatura. Estas pinturas ofrecen un brillo duradero y mantienen una notable estabilidad en color y acabado. No obstante, pueden fracturarse cuando se someten a cargas funcionales intensas, como impactos y flexiones, y presentan una resistencia inferior a agentes químicos y a la corrosión en comparación con las pinturas epóxicas.
- 4.2.3 ***Pinturas epoxi/poliéster o híbridas:*** Este tipo de pinturas combina propiedades de las pinturas epoxi y poliéster, aunque en menor proporción. En general, ofrecen una buena resistencia a impactos, dureza y resistencia a las inclemencias del tiempo.

(POWDERTRONIC, 2016)

4.3 Gas Licuado de Petróleo (GLP)

Es una mezcla de gases hidrocarburos que se encuentra en estado gaseoso a temperatura ambiente y presión atmosférica, pero que se puede almacenar y transportar en forma líquida debido a la aplicación de presión moderada o refrigeración. Los dos componentes principales del

GLP son el propano y el butano. A veces, el GLP también puede contener pequeñas cantidades de otros hidrocarburos. (REPSOL, 2023)

4.4 Horno de Curado

El equipo principal para realizar una pintura aerográfica de alta calidad es esencialmente el horno de curado, cuya aplicación se centra principalmente en el endurecimiento de recubrimientos en polvo, tales como poliéster, epóxicos, híbridos, entre otros (como se ilustra en la figura 2). El proceso de curado de la pintura electrostática sobre la pieza aplicada, también conocido como polimerización, implica activar la reacción química del sistema de resinas mediante la aplicación de calor. El horno eleva la temperatura de la pieza a niveles comprendidos entre los 170 y 250 grados, lo que provoca la fusión de los polímeros del recubrimiento, adhiriéndolos firmemente a la pieza y generando una capa de recubrimiento suave, resistente y estéticamente agradable. (POWDERTRONIC, 2016)

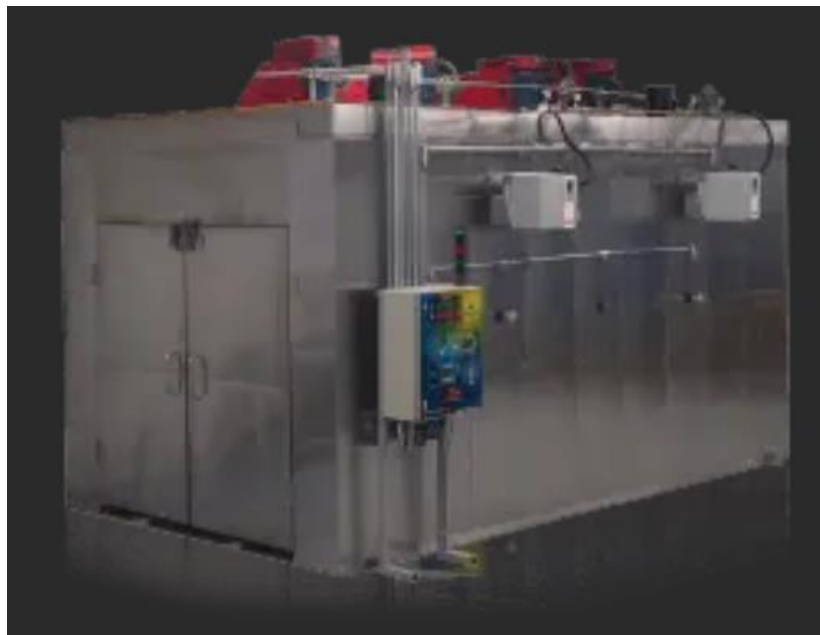


Figura 2. - Horno de Curado. (POWDERTRONIC, 2016)

4.5 Sistema de transporte aéreo

El transportador aéreo estará suspendido desde el techo o estructura superior del horno, permitiendo que las piezas se desplacen de manera continua sin obstrucciones en el suelo, utiliza ganchos o soportes móviles que se desplazan a lo largo del transportador, sosteniendo las piezas a procesar. Puede ser completamente automatizado, logrando un control preciso de velocidad y dirección del transporte, lo que es esencial para adaptarse a diferentes tiempos de curado y configuraciones de piezas (como se ilustra en la figura 3). A continuación, se detalla en la siguiente tabla 1, las características técnicas del transportador aéreo:

<i>Característica</i>	<i>Descripción</i>
Tipo de transportador aéreo	Suspensión desde el techo del horno.
Método de suspensión	Ganchos o soportes móviles con una carga de 100 a 700Kg.
Control de Velocidad	Sistema de control variable para ajustar la velocidad del transporte de 0.7 a 1m/min.
Tipo de arrancador	Variador de Velocidad 2.2 Kw 220VAC.
Materiales de construcción	Resistente al calor para soportar altas temperatura del interno del horno.
Sistema de seguridad	Micro Switch y/o dispositivos de parada de emergencia para garantizar la seguridad operativa.

Tabla 1. – Características técnicas del transportador aéreo.



Figura 3. - Transportador aéreo. (SQe - Steel Química engenharia., s.f.)

4.6 Ventilador Centrifugo para extracción de aire modelo SDECB/Z-380-4T-3

Un ventilador centrífugo para extracción de aire es un dispositivo diseñado para mover el aire desde un espacio cerrado hacia el exterior. Este tipo de ventilador se llama "centrífugo" debido a su diseño que implica el uso de una rueda o impulsor centrífugo. A diferencia de los ventiladores axiales, que suelen mover el aire en línea recta a lo largo del eje del ventilador, los ventiladores centrífugos dirigen el flujo de aire en un ángulo recto al eje del impulsor. (como se ilustra en la figura 4). (SODECA, 2024)



Figura 4. - Ventiladores Centrifugos para extracción (SODECA, 2024)

A continuación, se detalla en la siguiente tabla 2, las características técnicas del ventilador centrífugo:

<i>Característica</i>	<i>Descripción</i>
Capacidad de trabajo	2.2Kw 230VAC 1410RPM
Detalle mecánico	Motor directamente acoplado con brida B-5. • Con un rodete de refrigeración montados sobre el eje del motor para disipar la temperatura.
Temperatura máxima	-25°C a +300°C

Tabla 2.- Características técnicas de Ventilador Centrifugo para horno.

4.7 Válvulas de cierre para gas licuado de petróleo modelo HV226

Se trata de líneas de válvulas de corte de gas diseñadas específicamente para el control de quemadores utilizados en entornos comerciales e industriales, donde el combustible principal es el gas de petróleo licuado (como se ilustra en la figura 5). Estas válvulas son especialmente adecuadas para su aplicación en secadores de granos, incineradores y calentadores de espacios.

Entre sus características principales se incluyen un cuerpo resistente de aluminio y latón, garantizando una larga vida útil de funcionamiento. Pueden operar a presiones de hasta 350 psi, con un tiempo de respuesta de la válvula inferior a 1 segundo. Además, ofrecen la ventaja de poder ser instaladas en cualquier posición, lo que proporciona flexibilidad en la instalación. Estas válvulas están disponibles con opciones de alojamiento hermético y antideflagrante para satisfacer diversas necesidades y requisitos de seguridad. (EMERSON ELECTRIC CO., 2023)



Figura 5. - Válvulas de cierre para GLP modelo HV226. (EMERSON ELECTRIC CO., 2023)

4.8 Quemadores para gas licuado de petróleo modelo Gulliver BS2/M

Los quemadores de gas de llama premezclada, también conocidos como "premix", son particularmente adecuados para aplicaciones en las que se requiere una integración eficiente del quemador para lograr dimensiones totales muy compactas (como se ilustra en la figura 6). Estos

quemadores ofrecen ventajas adicionales, como altas relaciones de modulación y un nivel extremadamente bajo de ruido durante su funcionamiento. (RIELLO S.p.A., 2023)



Figura 6. - Quemador modulante modelo Gulliver BS2/M. (RIELLO S.p.A., 2023)

A continuación, se detalla en la siguiente tabla 3, las características técnicas del quemador para GLP:

<i>Característica</i>	<i>Descripción</i>
Tipo de control	Modulante
Tipo de flujo	Gas GLP
Alimentación de control	230VAC \pm 5% de tolerancia
Tipo de señal de control	Analógica 4-20mA
Normas	2006/42 CE - 2009/142 CE- 2014/30 UE - 2014/35 UE
Modelo	Gulliver BS2/M
Marca	Riello

Tabla 3.- Características técnicas de Quemador para GLP.

4.9 Sensor de Temperatura tipo RTD modelo Rosemount™ 214C

Se trata de un sensor de temperatura de resistencia (RTD) PT-100, ya sea de elemento individual o doble, que abarca un amplio rango de temperaturas, desde -196 hasta 600 °C (como se ilustra en la figura 7). Este sensor destaca por su diseño de película delgada y cable enrollado,

lo que proporciona una notable flexibilidad de aplicación, convirtiéndolo en una solución excepcional. (EMERSON ELECTRIC CO., 2023)



Figura 7. - Sensores de temperatura tipo RTD. (EMERSON ELECTRIC CO., 2023)

A continuación, se detalla en la siguiente tabla 4, las características técnicas del sensor de temperatura:

<i>Característica</i>	<i>Descripción</i>
Tipo de Sensor	RTD (Resistance Temperature Detector).
Rango de Temperatura	-60 a +440° Celsius
Resistencia del aislamiento	Resistencia de aislamiento mínima de 1000 MΩ cuando se mide a 500 VCC y a temperatura ambiente.
Tiempo de respuesta	Tiempo de respuesta del sensor Conectado a tierra: T50 promedio = 1,9 segundos; T90 promedio = 4,0 segundos.
Normas	EN 60079-0:2012+A11:2013, EN 60079-11:2012
Modelo	Rosemount™ 214C
Marca	Emerson

Tabla 4. - Características técnicas de Sensor de Temperatura PT100.

4.10 Fuente de alimentación de carga PM 190 W 120/230 V AC modelo 6EP1333-4BA00

La fuente de alimentación suministra energía a los circuitos de entrada y salida, incluyendo los circuitos de carga, sensores y actuadores. Las especificaciones técnicas de la fuente de alimentación de carga son las siguientes: Tensión nominal de entrada de 120/230 V AC, frecuencia de 50/60 Hz, tensión nominal de salida de 24 VDC, corriente nominal de salida de 8A, potencia de salida de 190W y cuenta con compensación para cortes de red (como se ilustra en la figura 8). (SIEMENS AG, 2022)

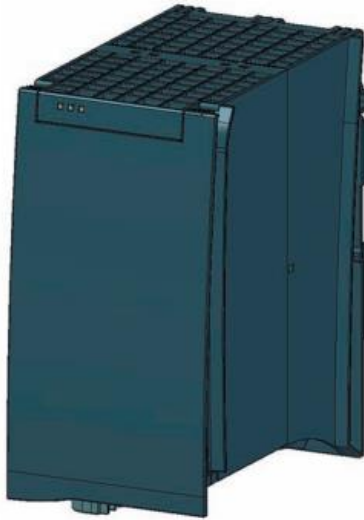


Figura 8. - Fuente de alimentación de carga PM 190 W 120/230 VAC. (SIEMENS AG, 2022)

4.11 Controlador Lógico Programable Simatic S7-1500, modelo CPU 1516-3 PN/DP, 6ES7516-3AN01-0AB0

El sistema de control modular SIMATIC S7-1500 se destaca por su versatilidad en la automatización discreta, siendo idóneo para diversas aplicaciones. Su diseño modular sin ventilador, la fácil implementación de estructuras descentralizadas y su manejo intuitivo lo convierten en una solución rentable y conveniente para abordar una amplia gama de tareas. Las CPU de SIMATIC S7-1500, como módulo central, cuentan con una memoria de trabajo de 1 MB

para programas y 5 Mbyte para datos. Además, poseen una primera interfaz PROFINET IRT con un switch de 2 puertos, una segunda interfaz PROFINET RT y una tercera interfaz PROFIBUS, ofreciendo un rendimiento de bits de 10 ns. Se destaca que es necesaria una tarjeta de memoria SIMATIC para su funcionamiento (como se ilustra en la figura 9). (SIEMENS AG, 2022)



Figura 9. - CPU 1516-3 PN/DP, 6ES7 516-3AN01-0AB0. (SIEMENS AG, 2022)

4.12 Módulo de entradas digitales DI 32x24VDC HF modelo 6ES7521-1BH00-0AB0

El módulo presenta las siguientes características técnicas: 32 entradas digitales, aisladas eléctricamente en grupos de 16, con la posibilidad de que los canales 0 y 1 tengan opcionalmente funciones de contador. La tensión de entrada nominal es de 24 V DC, con la capacidad de configurar el retardo de entrada en un rango de 0,05 ms a 20 ms. Cada canal cuenta con diagnóstico configurable, y es posible realizar la configuración de interrupciones de hardware por canal. Este módulo es adecuado para interruptores e interruptores de proximidad de 2/3/4 hilos y es compatible en hardware con el módulo de entradas digitales DI 16x24VDC HF (como se ilustra en la figura 10). (SIEMENS AG, 2022)



*Figura 10. - Módulo de entradas digitales DI
32x24VDC HF. (SIEMENS AG, 2023)*

4.13 Módulo de salidas digitales DO 32x24VDC HF modelo 6ES7522-1BL01-AB0

El módulo presenta las siguientes características técnicas: 32 salidas digitales con una tensión de entrada nominal de 24 V DC/0,5A HF; se distribuyen en grupos de 8 con una corriente de 4 A por grupo. Además, cada canal cuenta con diagnóstico monocanal, valor sustitutivo y un contador de ciclos de conmutación para los actuadores conectados (como se ilustra en la figura 11). (SIEMENS AG, 2022)



*Figura 11. - Módulo de salidas digitales
DO 32x24VDC HF. (SIEMENS AG, 2022)*

4.14 Módulo de entradas analógicas AI 8xU/I/RTD/TC ST modelo 6ES7531-7KF00

El módulo de entradas analógicas AI 8xU/I/RTD/TC ST cuenta con las siguientes especificaciones técnicas: resolución de 16 bits y una precisión del 0,3%. Dispone de 8 canales organizados en grupos de 8, con 4 canales dedicados a la medición de RTD (resistencia térmica) y una tensión en modo común de 10V. Además, ofrece funciones de diagnóstico y alarmas de proceso. El suministro del módulo incluye un elemento de alimentación, abrazadera de pantalla y clip de pantalla, con la opción de conectar mediante bornes de tornillo o de inserción rápida en el conector frontal (como se ilustra en la figura 12). (SIEMENS AG, 2022)



Figura 12. - Módulo de entrada analógica AI 8xU/I/RTD/TC ST. (SIEMENS AG, 2022)

4.15 Módulo de salidas analógicas AQ 4xU/I/ ST modelo 6ES7532-5HD00-0AB0

El módulo de salidas analógicas AQ 4xU/I ST cuenta con las siguientes especificaciones técnicas: resolución de 16 bits y una precisión del 0,3%. Ofrece 4 canales distribuidos en grupos de 4, con funciones de diagnóstico y valor sustitutivo. El suministro del módulo incluye un elemento de alimentación, estribo de pantalla y borne de conexión de pantalla. Se puede conectar mediante bornes de tornillo o de inserción rápida en el conector frontal (como se ilustra en la figura 13). (SIEMENS AG, 2022)



Figura 13. - Módulo de salidas analógicas AQ 4xU/I/ ST (SIEMENS AG, 2022)

4.16 Panel HMI Simatic modelo KTP-700 6AV2123-2GB03-0AX0

HMI, por sus siglas en inglés, Human Machine Interface (Interfaz Humano-Máquina), se refiere a un panel de control que integra software y hardware para facilitar la comunicación entre operarios y sistemas o máquinas. El panel específico SIMATIC HMI, denominado KTP700 Basic Panel, se caracteriza por su manejo mediante teclado táctil. Dispone de una pantalla TFT de 7 pulgadas con capacidad para mostrar 65536 colores. Además, cuenta con una interfaz PROFINET y puede ser configurado a través de WinCC. Su alimentación es de 24VDC con un valor nominal de corriente de 230mA (como se ilustra en la figura 14). (SIEMENS AG, 2022)



Figura 14. - SIMATIC HMI, KTP700 Basic Panel. (SIEMENS AG, 2022)

4.17 Switch Industrial Ethernet modelo SCALANCE XB005 6GK5005-0BA00-1AB2

Se trata de un switch Ethernet industrial no gestionable diseñado para velocidades de 10/100 Mbits/s. Este switch está diseñado para configurar pequeñas topologías en estrella y en línea. Cuenta con diagnóstico mediante LED, tiene clasificación IP20 y su fuente de alimentación es de 24 V AC/DC. El switch incluye 5 puertos de 10/100 Mbit/s con conectores hembra RJ45 para conexiones mediante cable de par trenzado (como se ilustra en la figura 15). (SIEMENS AG, 2022)



Figura 15. - Switch Industrial Ethernet SCALANCE XB005. (SIEMENS AG, 2022)

4.18 Software TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal)

El TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) es un entorno de ingeniería que proporciona herramientas integradas para la configuración y programación de productos de automatización de Siemens. Este software es utilizado para la programación de controladores lógicos programables (PLC), sistemas de visualización (HMI), accionamientos, entre otros, y es parte integral de la suite de automatización de Siemens (como se ilustra en la figura 16). (SIEMENS AG, 2023)

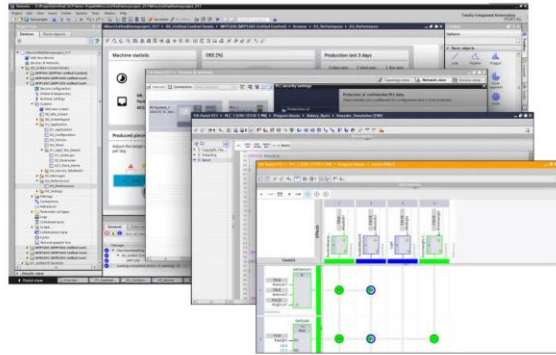


Figura 16. - Software TIA PORTAL (Totally Integrated Automation Portal). (SIEMENS AG, 2023)

4.19 Software WinCC Runtime Advanced

WinCC Runtime Advanced es parte del conjunto de software de Siemens llamado TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal). Su funcionalidad avanzada y su integración con TIA Portal lo convierten en una opción versátil para la creación de interfaces hombre-máquina en entornos de automatización industrial (como se ilustra en la figura 17). (SIEMENS AG, 2023)

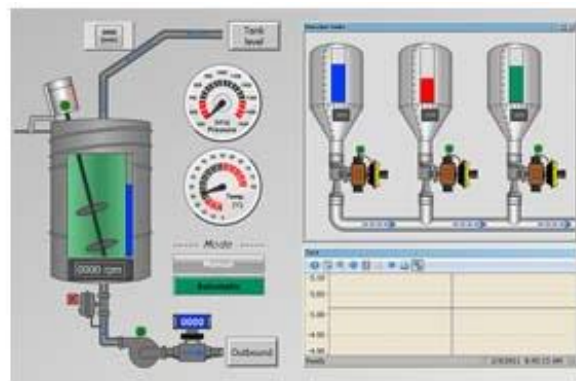


Figura 17. - Software WinCC Runtime Advanced. (SIEMENS AG, 2022)

4.20 Protocolo de Comunicación Industrial Ethernet

La comunicación Ethernet se refiere al conjunto de tecnologías y protocolos utilizados para transmitir datos a través de redes basadas en el estándar Ethernet. Ethernet es una tecnología de

red de área local (LAN) que se ha convertido en el estándar dominante para la interconexión de dispositivos en entornos locales, como oficinas, fábricas y hogares.

La comunicación Ethernet es fundamental en la conectividad moderna, proporcionando una base robusta para una variedad de aplicaciones y servicios en redes locales y más allá (como se ilustra en la figura 18). (SIEMENS AG, 2022)

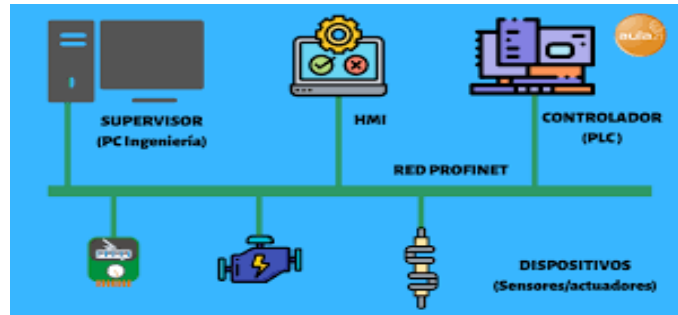


Figura 18. - Protocolo de comunicación industrial Ethernet. (SIEMENS AG, 2022)

4.21 Sistema de Control

El sistema en cuestión se refiere a un conjunto diseñado para lograr un objetivo específico, que implica el tratamiento de un material mediante una serie de operaciones con el fin de llevar a cabo su transformación. La regulación se efectúa a través del circuito de control convencional compuesto por los elementos típicos: el sistema, el transmisor, el controlador y la válvula de control. En la siguiente figura 19, se puede visualizar un sistema de control de Lazo Cerrado (transmisor-controlador-válvula de control-proceso). (Solé, 2011)

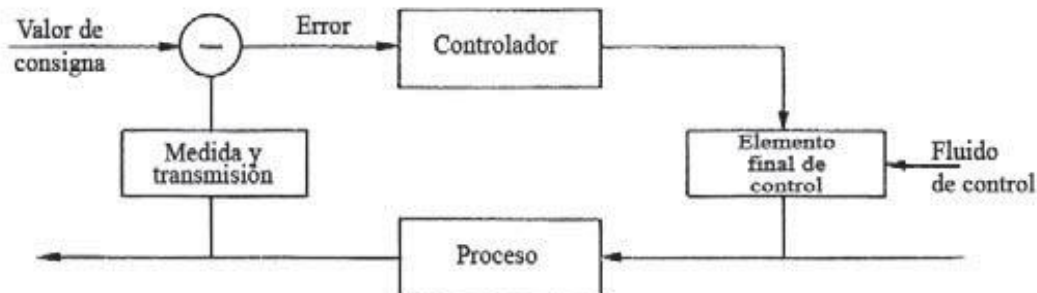


Figura 19. - Horno de Curado existente. (Solé, 2011)

4.22 Controlador de temperatura del horno

El controlador de temperatura va a garantizar la precisión y la estabilidad térmica durante el proceso de curado de pintura. A continuación, presento una descripción de las características clave que se están considerando para el diseño de un controlador de temperatura para este propósito (como se ilustra en la figura 20). A continuación, se detalla en la siguiente tabla 5, las características técnicas del controlador de temperatura del horno:

<i>Característica</i>	<i>Descripción</i>
<i>Tipo de Controlador</i>	Controlador de temperatura proporcional, integral y derivativo (PID) para una regulación precisa.
<i>Rango de Temperatura</i>	0 a 600° Celsius
<i>Sensor de Temperatura</i>	Sensor de Temperatura tipo RTD modelo Rosemount™ 214C
<i>Interfaz de Usuario</i>	Panel HMI Comfort KTP-700 marca Siemens
<i>Sistema de Alarma</i>	Sirena acústica 80dB.
<i>Compatibilidad con PLC</i>	Controlador Lógico Programable Simatic S7-1500
<i>Control de Salida</i>	Quemadores para gas licuado de petróleo modelo Gulliver BS2/M.

Tabla 5. - Características técnicas de Controlador de Temperatura del horno.

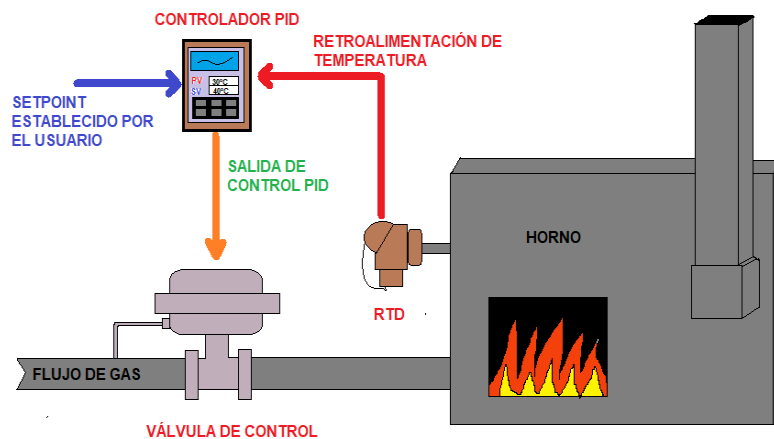


Figura 20. - Controlador de Temperatura PID de un horno (SENSORICX, 2024)

4.23 Arquitectura de Automatización

El diseño de la arquitectura de automatización del horno garantizará el funcionamiento eficiente, seguro y controlado del proceso de curado (como se ilustra en la figura 21).

A continuación, se describen los componentes claves de la arquitectura:

- Controlador Lógico Programable (PLC).
- Interfaz de Operador (HMI).
- Sistema de Control de Temperatura.
- Sistema de Transporte Automatizado.
- Sistema de Sensores.
- Comunicación Industrial:
- Sistema de Ventilación y Extractores.
- Registro y Análisis de Datos.
- Algoritmos de Control Avanzados.

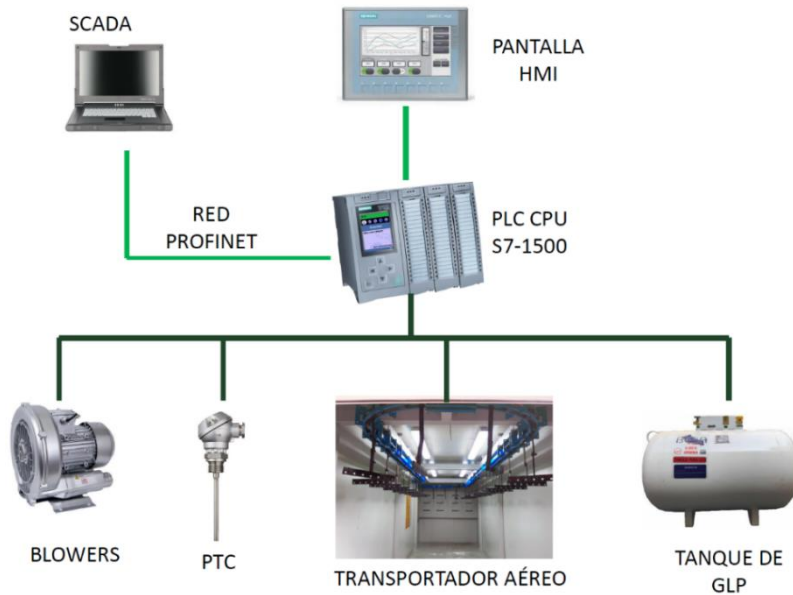


Figura 21. - Arquitectura de automatización del horno.

4.24 Tablero Eléctrico de Control

El tablero eléctrico de control es la parte esencial de la automatización del horno, ya que albergará y organizará los componentes eléctricos necesarios para el funcionamiento del sistema (como se ilustra en la figura 22 y 23). A continuación, se describen los elementos más relevantes que se considerará para el control:

- Disyuntor de control principal y secundarios.
- Contactor principal.
- Relés de control.
- Controlador lógico programable (PLC) con sus módulos de expansión.
- Fuente de alimentación.
- Botoneras de mando y luces de señalización.
- Terminales y borneras de conexión.
- Cableado, canaletas ranuradas y riel din.
- Componentes de comunicación (Switch).
- Sistema de Alarma y parada de emergencia
- Diagramas y etiquetas.



Figura 22. - Tablero de Control (Parte Externa).



Figura 23. - Tablero de Control (Parte Interna). (TESSIS SUPPORT AUTOMATION & CONTROL, 2020)

V. MARCO METODOLÓGICO

5.1. Estudio del proceso actual del horno. –

Se establece un listado del proceso para el levantamiento de información del actual horno de curado para pintura electrostática:

5.1.1 Horno de curado:

Actualmente se recopiló la siguiente información; la parte estructural del horno tiene una dimensión de 3.5 metros de alto, 3.5 metros de ancho y 4 metros de longitud, para el izaje y transportación de las piezas de los tableros eléctricos se utiliza un carro mecánico que contienen alrededor de 200 ganchos que son operados de forma manual y para resistir altas temperaturas manteniendo de manera uniforme en su interior sus paredes son protegidas con placas metálicas con fibra de vidrio. Como se podrá visualizar en la figura 24.



Figura 24. - Horno de Curado existente.

5.1.2 Sistema de Calentamiento:

El calentamiento interno del horno se produce mediante los quemadores de gases GLP, que están conectados a un conducto conformado por tuberías de acero que tienen un diámetro de 1/2” NTP y resisten a una presión menor a 5 kPa. Dentro del horno se mezclan los componentes de gas y oxígeno mediante la llama que generan los quemadores, produciendo la temperatura a unos 290 grados Celsius en un tiempo de 1 hora aproximadamente, que se requiere para curar la pintura electrostática. Como se podrán visualizar en las figuras 25 y 26.



Figura 26.- Quemadores del Horno.



Figura 25. - Conducto de Tuberías de acero.

5.1.3 Sistema de Control de Temperatura

El horno de curado cuenta con dos sensores de temperatura de termocupla con calibración tipo J, fabricado con material de hierro y alumel, tiene un rango de temperatura habitual de 0°C a 760°C, con una línea de error estándar de $\pm 2,2^{\circ}\text{C}$ o $\pm 0,75\%$. Están instalados de manera estratégica para una medición más eficiente que están enlazados a un controlador de temperatura digital modelo NX9-11 marca Hanyoung Nux, con entrada admisible a termocuplas tipo J y una

precisión de medición de $\pm 5\%$ de tolerancia a escala completa. Como se podrá visualizar en la figura 27.



Figura 27. - Controlador de Temperatura modelo NX9-11 marca Hanyoung Nux.

5.1.4 Tanque de Combustión de Gas Licuado de Petróleo (GLP)

Actualmente el almacenamiento del GLP, se cuenta con un tanque de combustión de 80 PSI y un volumen de aproximadamente 5m^3 , contiene unos manómetros para visualizar la presión del gas y además la apertura y cierra de flujo de gas es maniobrada por el operador mediante una válvula de paso tipo esférica. Como se podrán visualizar en las figuras 28 y 29.



Figura 29. - Tanque de GLP.



Figura 28. - Válvula de paso y Manómetros.

5.1.5 Tablero de Control del Horno

El sistema del horno es controlado de un tablero eléctrico de control convencional, que básicamente ejecuta el encendido y apagado de los quemadores y la electroválvula de paso para el GLP, mediante el accionamiento de unos pulsadores. Además, cuando se realiza el ciclo completo de curado de la pintura del producto, el controlador de temperatura detecta el valor seteado y emite una alarma por medio de una sirena acústica, para que el sistema se proceda a apagar de manera inmediata de forma manual. En las figuras 30 y 31 se podrá apreciar.



Figura 31. - Tablero de Control Convencional.

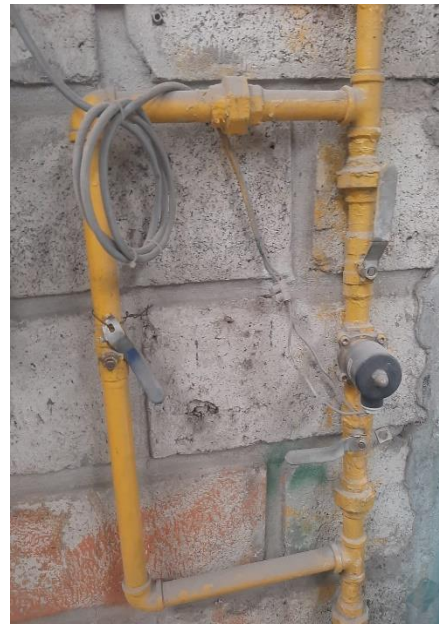


Figura 30. - Electroválvula de paso de GLP.

5.1.6 Puertas y entradas de Inspección

En la situación actual, la puerta del horno carece de un sistema de seguridad y alarma por apertura, lo que representa una vulnerabilidad ante posibles acciones que podrían comprometer la integridad térmica del sistema.

5.2. Diseño del sistema automatizado para el horno de pintura electrostática

En esta sección se detallará el entorno de la programación, que fue elaborado en el software TIA Portal y Simatic WinCC Runtime Advanced de la versión 16.0. A continuación, se inicia un explicativo de los bloques y funciones utilizadas en las líneas de programación.

5.2.1 Bloques de programa de Interrupción Cíclica

Empezamos trabajando con los ciclos de ejecución, donde el programa del controlador se ejecuta de manera cíclica. Sin embargo, también puede haber interrupciones en ese ciclo, que son provocadas por eventos específicos.

Interrupciones de hardware: Algunos eventos pueden interrumpir el ciclo normal de ejecución del programa, como una entrada de hardware, una alarma, o un temporizador que alcanza su límite.

Manejo de interrupciones: Puedes escribir código específico para manejar estas interrupciones. Esto generalmente se hace mediante la programación de bloques de organización, asignando tareas a eventos específicos o utilizando bloques de funciones especiales.

Prioridades: En algunos casos, puedes asignar prioridades a ciertos eventos para asegurarte de que se manejen en el orden correcto. En la siguiente figura 32 se podrá visualizar el entorno.

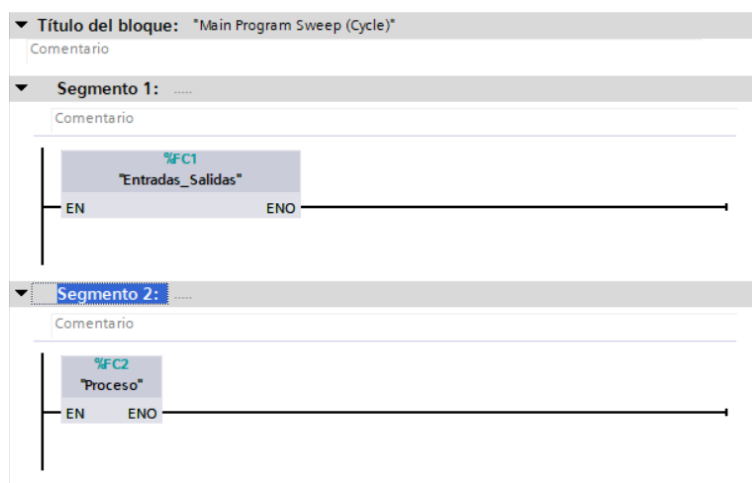


Figura 32. – Bloque de programa de interrupción cíclica.

5.2.2 Bloques de programa de Función

Se utilizaron bloques de función que se refiere a una unidad lógica de programación que encapsula una funcionalidad específica. Estos bloques de función permiten modularizar y reutilizar código, lo que facilita la programación y el mantenimiento de proyectos.

Definición de función: Puede contener instrucciones lógicas, operaciones aritméticas, llamadas a funciones predefinidas, y más.

Parámetros de entrada y salida: Los parámetros de entrada son valores que se proporcionan al bloque de función, y los parámetros de salida son los resultados o valores generados por la función.

Reutilización: Puede definir una función en un lugar del proyecto y luego utilizarla en diferentes partes del programa.

Organización en bloques: Los bloques de función generalmente se organizan en bloques de organización en el árbol del proyecto de TIA Portal.

Documentación: Es buena práctica proporcionar documentación adecuada para los bloques de función, lo que facilita su comprensión y uso por parte de otros programadores. En la siguiente figura 33 se podrá visualizar el entorno.



Figura 33. - Bloque de programa de funciones.

Los bloques de funciones son utilizados para modularizar y organizar el código de control. La funcionalidad clave de los bloques de funciones incluyen:

Modularización del código: Los bloques de funciones permiten dividir el programa en unidades lógicas más pequeñas y manejables. Cada bloque de función encapsula una tarea específica o una porción de la lógica de control.

Reutilización del código: Puedes crear bloques de funciones independientes que realizan funciones específicas y luego reutilizarlos en diferentes partes del programa o incluso en proyectos diferentes. Esto promueve la eficiencia y reduce la duplicación de código.

Claridad y estructura del programa: Al utilizar bloques de funciones, el código se vuelve más claro y estructurado. Facilita la comprensión y el mantenimiento del código.

Parámetros de Entrada y Salida: Los bloques de funciones pueden tener parámetros de entrada y salida. Esto significa que pueden recibir información (entrada) y devolver resultados (salida) que son utilizados por otros bloques o por el bloque principal. En la siguiente figura 34 se podrá visualizar el entorno.

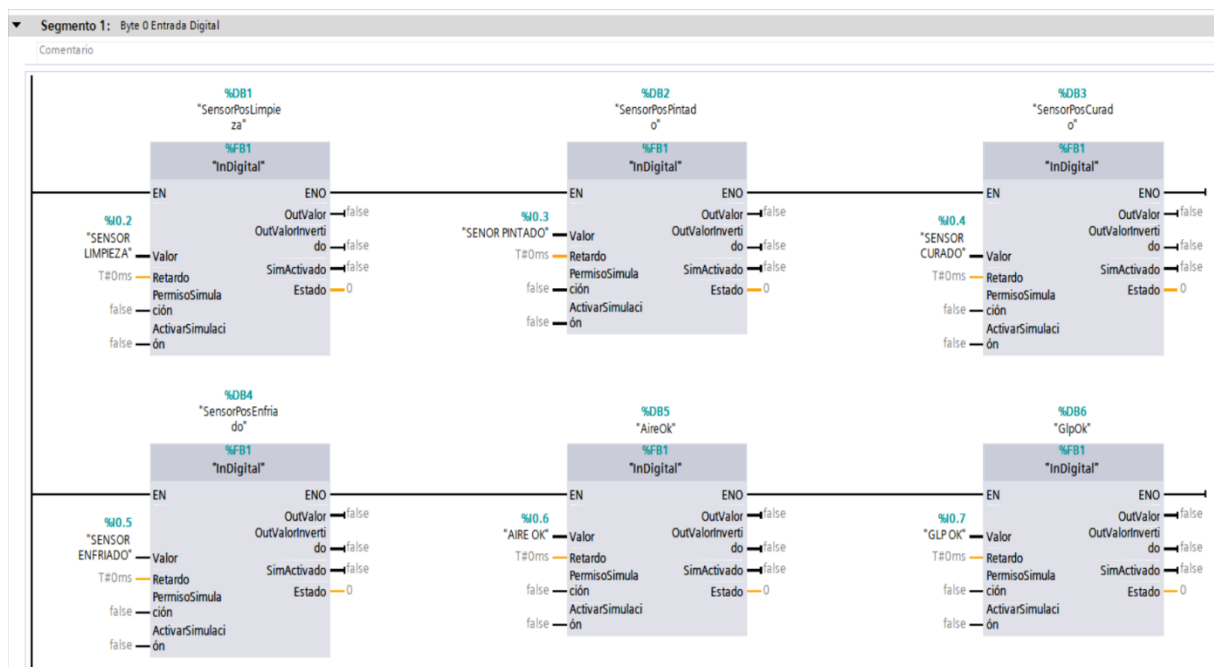


Figura 34. - La funcionalidad clave de los bloques de funciones

Entradas del bloque de función: Define una entrada booleana, que indicará si la simulación debe iniciarse o detenerse.

Salidas del bloque de función: Define una salida para representar la temperatura simulada.

VARIABLES INTERNAS: Utiliza variables internas para mantener el estado de la simulación, como un contador para controlar el progreso y un temporizador para ajustar la velocidad de la simulación.

Lógica de simulación: Dentro del bloque de función, implementa la lógica que incrementa y disminuye la temperatura simulada en función del contador y el tiempo transcurrido.

Manejo del tiempo: Utiliza un temporizador para controlar la velocidad de la simulación, asegurándote de que la temperatura cambie de acuerdo con el clock de 5 Hz.

Control de inicio/detención: La simulación se inicia y se detiene según el estado de la entrada StartSimulation. Cuando StartSimulation sea verdadero, la simulación se activa; cuando sea falso, la simulación se detiene.

Reinicialización: Añade lógica para reiniciar el contador cuando alcanza su valor máximo, permitiendo que la simulación se repita. En la siguiente figura 35 se podrá visualizar el entorno.

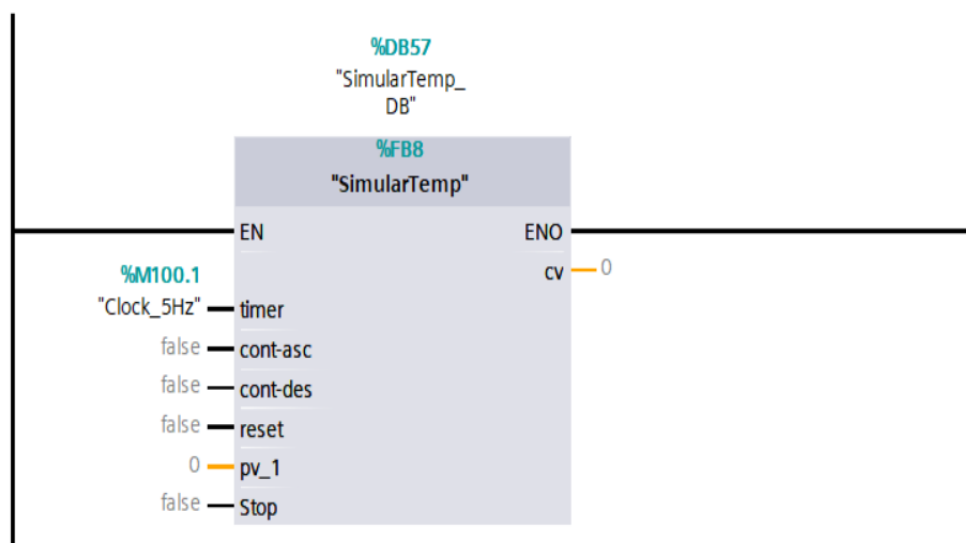


Figura 35. - Bloque de función de SimularTemp.

5.2.3 Bloque de Control PID:

Utilizamos el método de control PID, para mantener una variable controlada (o proceso) cerca de un valor deseado (setpoint) a través de la manipulación de una variable manipulada (actuador).

Funcionamiento del control PID:

Error (e): La diferencia entre el setpoint y la variable controlada.

Acción Proporcional (P): Ajusta la salida proporcionalmente al error actual.

Acción Integral (I): Ajusta la salida proporcionalmente a la acumulación de errores pasados.

Acción Derivativa (D): Ajusta la salida proporcionalmente a la tasa de cambio del error.

Salida Total (u): Suma de las acciones proporcional, integral y derivativa.

Parámetros del control PID:

KP: Ganancia proporcional. Ajusta la contribución proporcional.

KI: Ganancia integral. Ajusta la contribución integral.

KD: Ganancia derivativa. Ajusta la contribución derivativa.

Objetivos del control PID:

Estabilidad: Evitar oscilaciones y mantener el sistema en equilibrio.

Precisión: Reducir el error entre la variable controlada y el setpoint.

Rapidez de Respuesta: Ajustar la velocidad de la respuesta del sistema.

Implementación de control PID en TIA Portal:

Utiliza bloques de función PID para configurar y ajustar los parámetros del control PID en el entorno de programación. Sensores de Posición: En el contexto de tu aplicación, los sensores de posición como "SensorPosLimpieza", "SensorPosPintado", etc., proporcionarán la realimentación necesaria para el sistema de control PID. Estos sensores monitorean la posición

de algún componente del sistema y permiten al controlador ajustar la salida para mantener la posición deseada.

En la siguiente figura 36 se podrá visualizar el entorno.

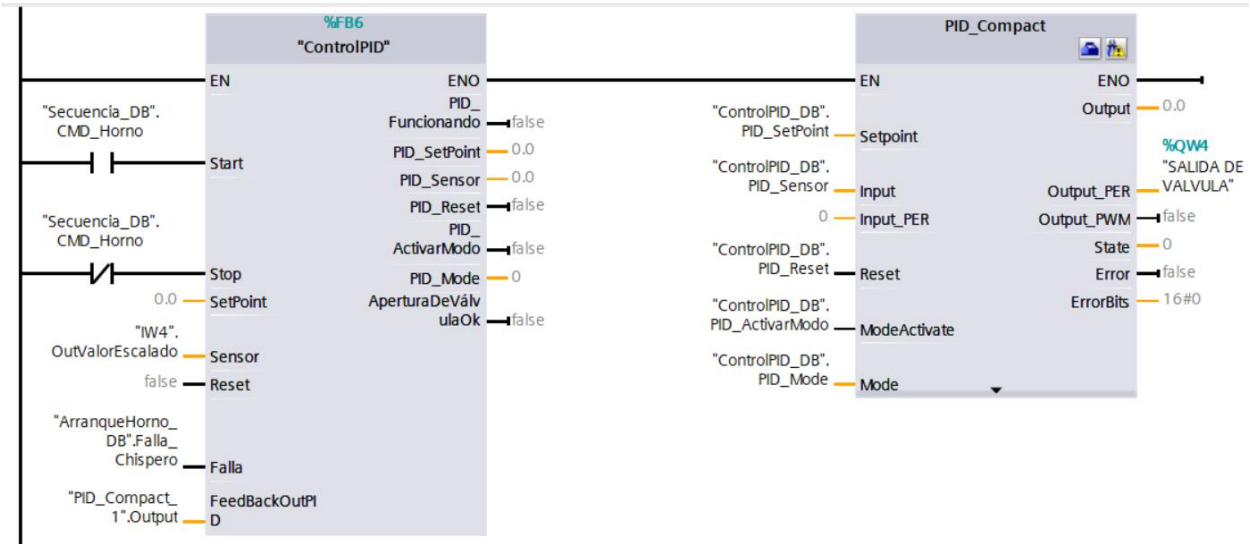


Figura 36. – Bloque de programa de control PID Compact.

5.2.4 Proceso de secuencia de control:

SensorPosLimpieza: Este bloque simula un sensor que detecta la posición relacionada con el proceso de limpieza en tu sistema. Puede generar una señal lógica indicando si la posición de limpieza está alcanzada o no.

SensorPosPintado: Este bloque simula un sensor de posición asociado al proceso de pintado.

Proporciona información sobre si la posición específica para el proceso de pintado ha sido alcanzada.

SensorPosCurado: Este bloque representa un sensor de posición vinculado al proceso de curado. Indica si la posición necesaria para el curado se ha logrado.

SensorPosEnfriado: Este bloque simula un sensor que monitorea la posición durante el proceso de enfriamiento. Genera una señal lógica para indicar si la posición de enfriamiento está activa.

AireOk: Este bloque podría representar un sensor relacionado con la disponibilidad de aire en el sistema. Proporciona una señal indicando si el suministro de aire está en un estado operativo adecuado.

GlPOk: Este bloque simula un sensor que verifica la disponibilidad y operatividad del suministro de Gas Licuado de Petróleo (GLP). Genera una señal lógica para indicar si el GLP está en un estado adecuado.

ParadaEmergencia: Este bloque simula un sensor de parada de emergencia. Puede generar una señal que indica si se ha activado una parada de emergencia en el sistema.

SensorFlamaOk: Este bloque representa un sensor de llama que podría usarse para verificar la presencia y la condición adecuada de la llama en algún proceso. Proporciona una señal lógica indicando si la llama está en un estado operativo seguro.

En la siguiente figura 37 se podrán visualizar los entornos.

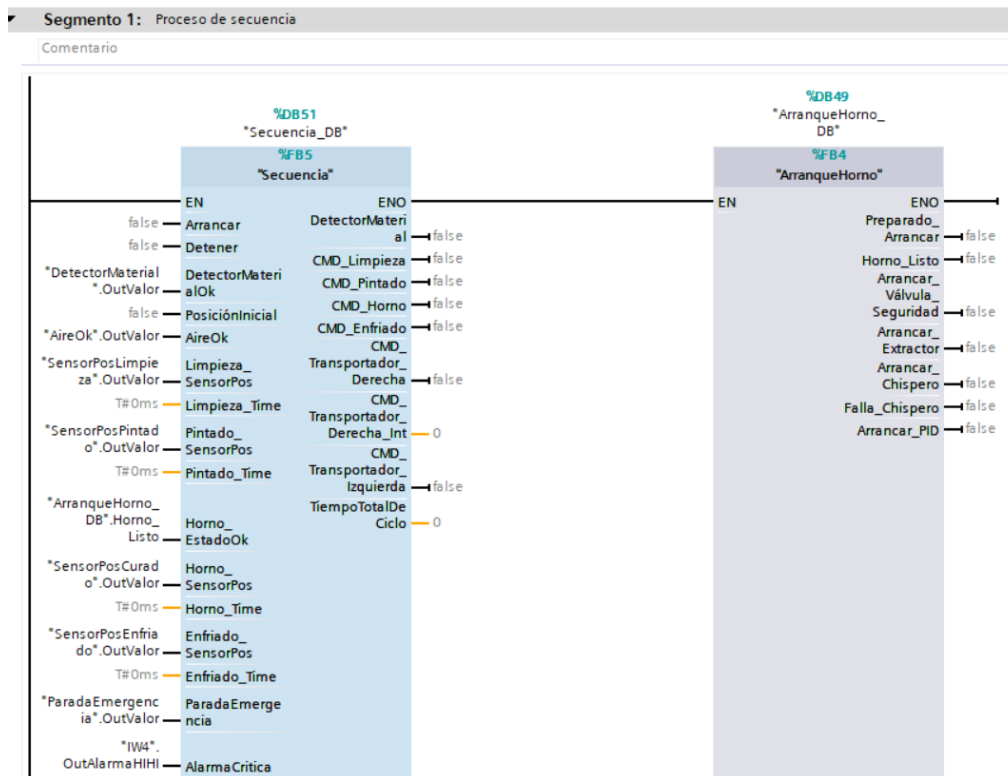


Figura 37. – Bloques de programa de Proceso de secuencia de control.

En la siguiente figura 38 se podrán visualizar los entornos del proceso de secuencia de control.

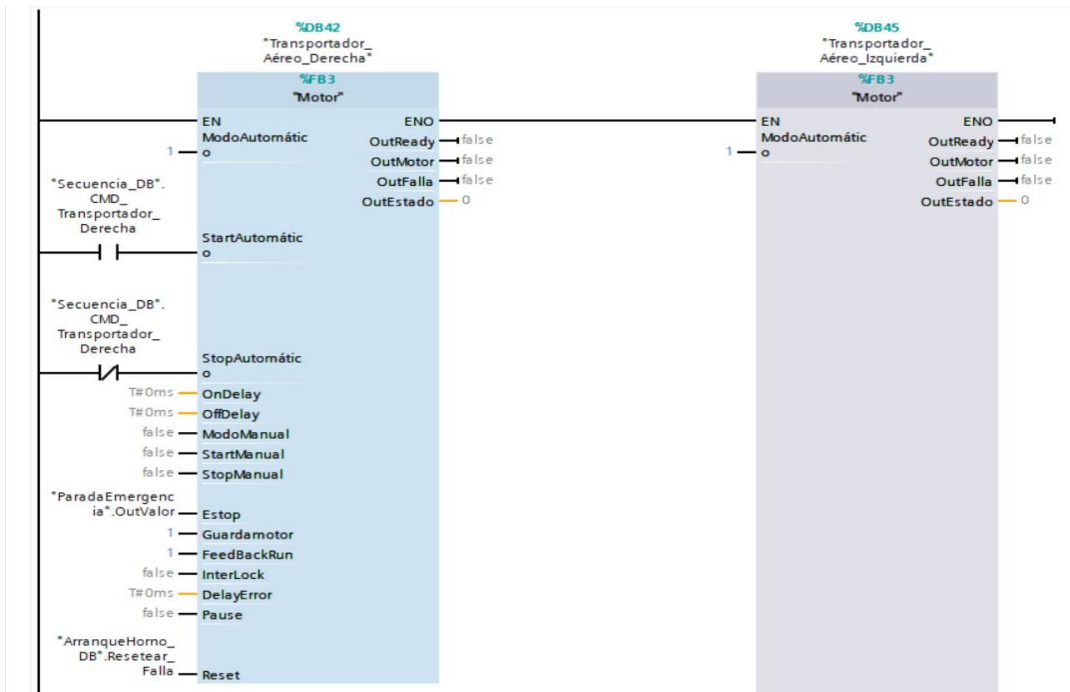


Figura 38. - Bloques de programa de Proceso de secuencia de control.

En la siguiente figura 39 se podrán visualizar los entornos del proceso de secuencia de control.

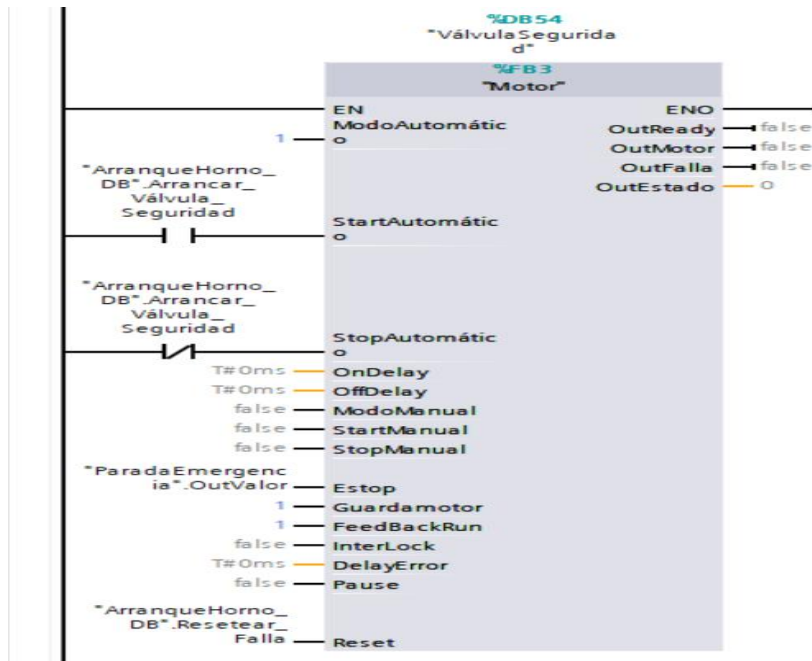


Figura 39. - Bloques de programa de Proceso de secuencia de control.

5.3. Simulación del sistema automatizado del horno de pintura electrostática

En esta sección vamos a describir y simular el funcionamiento del diseño del sistema automatizado para el horno de pintura electrostática.

5.3.1 Pantalla de presentación

Se empieza con una pantalla de presentación de autores y el tema principal del sistema automatizado. En la figura 40 se podrá apreciar.



Figura 40. – Pantalla de Inicio.

5.3.2 Proceso inicial del sistema

En el siguiente segmento se tiene una secuencia programada que se activa al detectar diferentes posiciones mediante sensores. Aquí hay una explicación teórica sobre cómo podría funcionar esta secuencia:

SensorPosLimpieza: Cuando el sistema inicia o recibe una señal para comenzar una nueva fase, el sensor de posición de limpieza se activa. Esto significa que el sistema está listo para llevar a cabo las operaciones asociadas con la limpieza.

SensorPosPintado: Después de que la limpieza se ha completado con éxito, el sistema puede moverse a la siguiente fase: pintado. El sensor de posición de pintado se activa al detectar que el sistema ha alcanzado la posición adecuada para esta etapa.

SensorPosCurado: Una vez que la fase de pintura ha concluido, el sistema podría pasar a la etapa de curado. La activación del sensor de posición de curado indica que el sistema ha alcanzado la posición correcta para llevar a cabo el proceso de curado.

SensorPosEnfriado: Después del curado, el sistema podría avanzar a la fase de enfriamiento. El sensor de posición de enfriado se activa para indicar que el sistema está ahora en la posición específica para llevar a cabo las operaciones de enfriamiento.

AireOk y GlpOk: A lo largo de estas fases, los sensores "AireOk" y "GlpOk" pueden estar activándose para verificar continuamente la disponibilidad y calidad del suministro de aire y gas licuado de petróleo, respectivamente.

ParadaEmergencia: En cualquier momento, si se detecta una condición de emergencia, el sensor de parada de emergencia se activa. Esto podría detener inmediatamente el proceso para prevenir situaciones peligrosas.

SensorFlamaOk: Durante todo el proceso, el sistema podría verificar la presencia de la llama usando el sensor "SensorFlamaOk". Su activación indica que la llama está presente y operando normalmente.

Funcionalidad General: La secuencia se basa en la detección de posiciones específicas mediante sensores. Cada activación desencadena una acción específica o avanza el sistema a la siguiente fase del proceso. En la figura 41 se podrá apreciar.

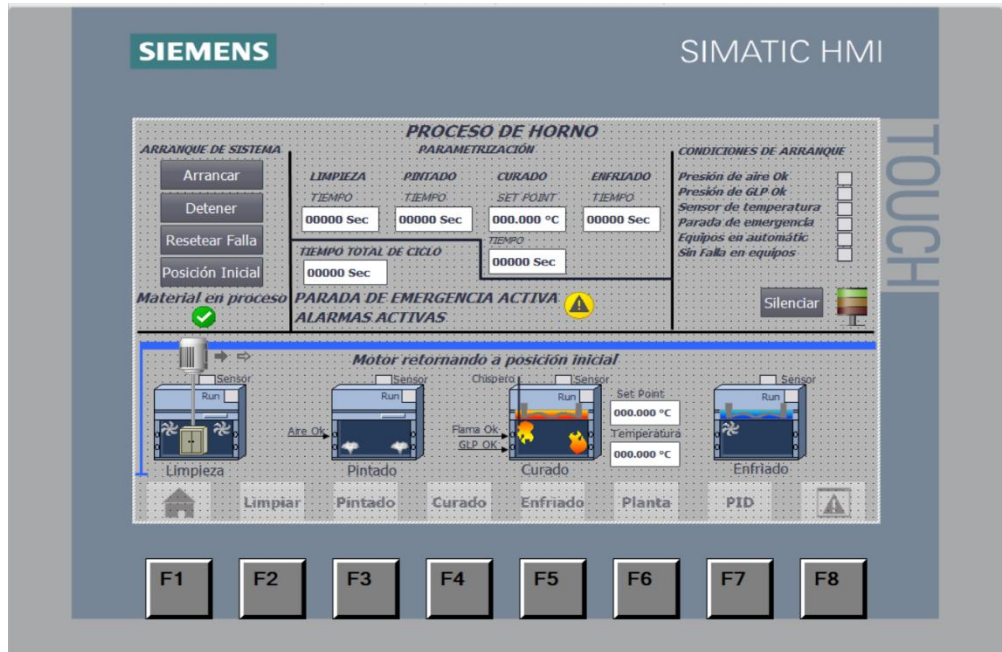


Figura 41. – Bloque del programa de condiciones de los sensores.

5.3.3 Etapa de limpieza

En la fase inicial, los tableros acceden al cuarto de limpieza, donde se desencadena un proceso sofisticado guiado por tecnología avanzada y precisión milimétrica. El sensor de posicionamiento, componente clave en esta etapa, no solo detecta la presencia de los tableros, sino que desempeña un papel fundamental al iniciar un protocolo metódico para la eliminación de impurezas.

El sensor, equipado con capacidades de detección altamente sensibles, activa una secuencia de operaciones de limpieza adaptativas en respuesta a la posición y características específicas de cada tablero. Esta adaptabilidad se logra a través de algoritmos complejos y sistemas de control que permiten ajustes dinámicos según las condiciones variables de cada unidad a procesar.

El sensor de posicionamiento no solo se limita a la activación del proceso; su capacidad de supervisión en tiempo real es esencial. Monitorea la eficacia de las operaciones de limpieza, asegurándose de que cada rincón y superficie del tablero sea abordado de manera exhaustiva. La retroalimentación instantánea del sensor permite ajustes continuos para optimizar la eficiencia del proceso. En la figura 42 se podrá apreciar.



Figura 42. – Etapa de proceso de limpieza.

5.3.4 Etapa de Pintado

Tras la fase de limpieza, los tableros avanzan hacia el cuarto de pintado, una etapa donde la precisión y la uniformidad son cruciales. En este entorno, la aplicación de una capa de pintura electrostática se convierte en un arte asistido por tecnología de vanguardia. Un segundo sensor de posicionamiento emerge como un componente esencial, desempeñando un papel clave en la garantía de una aplicación homogénea de la pintura.

El segundo sensor de posicionamiento opera en sinergia con el sistema de aplicación de pintura. Su función principal es asegurar que cada tablero esté perfectamente alineado y posicionado, optimizando así la precisión de la aplicación.

La capacidad de adaptación del sensor de posicionamiento es evidente en esta fase. Su capacidad para ajustar dinámicamente la orientación de los tableros garantiza una aplicación uniforme incluso en superficies complejas. Esto se logra mediante algoritmos de control que responden en tiempo real a las variaciones en la forma y tamaño de los tableros, asegurando una cobertura completa y sin defectos.

Además, este sensor no solo se limita a la orientación inicial, sino que también monitorea la aplicación de la pintura en tiempo real. Cualquier desviación en la posición planificada activa ajustes automáticos para mantener la uniformidad deseada. En la figura 43 se podrá apreciar.

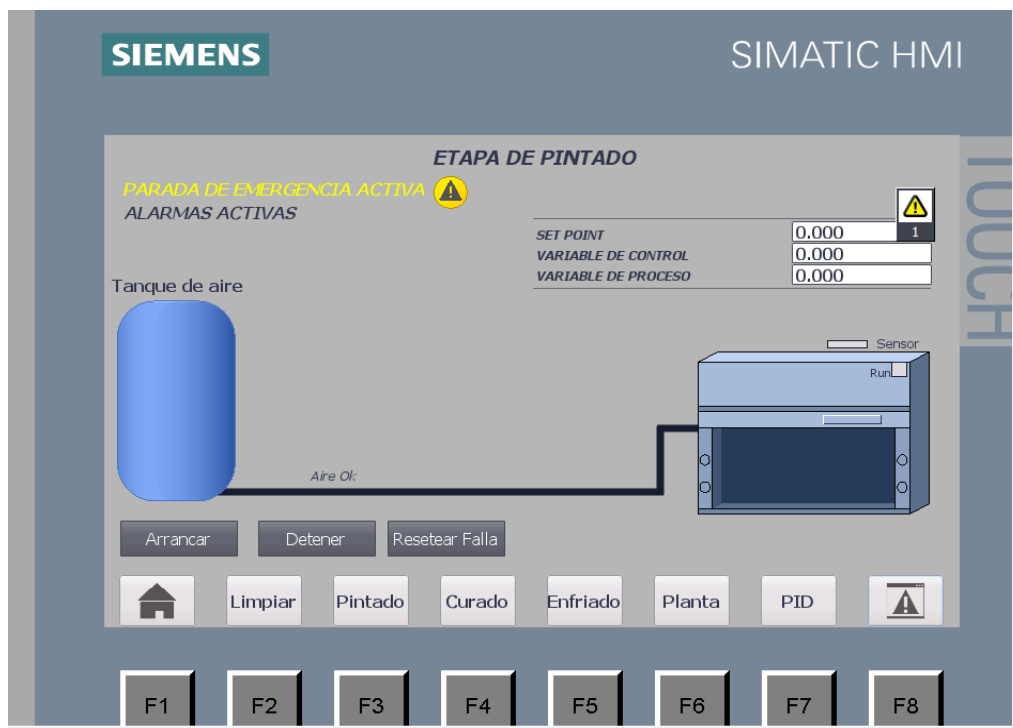


Figura 43. – Etapa de proceso de pintado.

5.3.5 Etapa de Curado

La fase subsiguiente lleva a los tableros hacia el cuarto del horno, un enclave crítico donde la aplicación controlada de calor se convierte en un arte en sí mismo. En esta etapa, la temperatura es un factor clave, y su gestión meticulosa se confía a un sistema PID (Proporcional, Integral, Derivativo). El sistema PID, como regulador térmico, despliega una estrategia combinada que aborda las proporciones, la integral y la derivativa del sistema. El monitoreo continuo de la temperatura durante el proceso de curado es realizado por el sistema PID, que ajusta la salida térmica del horno en tiempo real. Esta adaptabilidad asegura que los tableros sean expuestos a condiciones térmicas ideales durante todo el proceso de curado, evitando tanto temperaturas insuficientes que podrían resultar en curado incompleto como temperaturas excesivas que podrían afectar negativamente las propiedades del material. En la figura 44 se podrá apreciar.

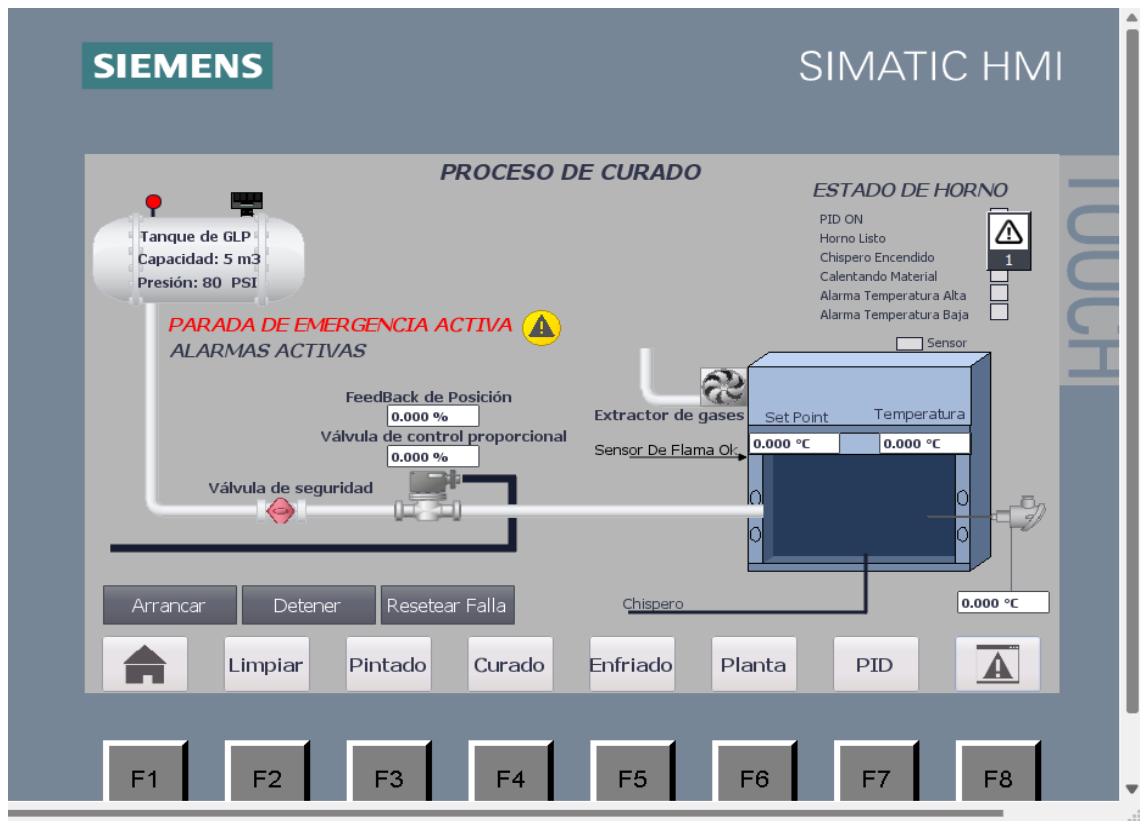


Figura 44. - Etapa de proceso de Curado.

5.3.6 Etapa de Enfriamiento

Tras la salida del horno, los tableros avanzan hacia el cuarto de enfriamiento, una fase fundamental donde la temperatura se reduce gradualmente. Este paso estratégico es esencial para preservar la integridad estructural y superficial de los tableros, asegurando que alcancen su estado final de curado de manera óptima y evitando posibles deformaciones. La implementación de sistemas de enfriamiento controlados garantiza que la transición desde la alta temperatura del horno hasta la temperatura ambiente sea suave y controlada. Este proceso gradual permite que los tableros alcancen su resistencia y dureza óptimas, consolidando así los resultados del curado. Además, evita cambios abruptos que podrían comprometer la calidad del recubrimiento y la integridad estructural. En la figura 45 se podrá apreciar.



Figura 45. – Etapa de proceso de enfriamiento.

5.3.7 Interfaz de control para ajustes del sistema

La interfaz de control destinada al proceso de horno se erige como un componente técnico de vital importancia en el contexto de la fabricación industrial. Situada en la cúspide de esta pantalla técnica, se encuentra el título conspicuo "Proceso de Horno", proporcionando una referencia directa al propósito y alcance de la interfaz. En el flanco izquierdo de la pantalla, se ubican estratégicamente los botones de control, desempeñando funciones fundamentales que incluyen el arranque del proceso, la detención inmediata, el reinicio post falla y la colocación en la posición inicial del tablero, ofreciendo así una manipulación precisa del sistema. Mientras tanto, el centro de la interfaz alberga una serie de opciones para la configuración de tiempos específicos para cada fase crítica del proceso, que abarca la limpieza, pintado, curado y enfriamiento. Además, se incorpora un parámetro vital, el setpoint del controlador PID, crucial para mantener la temperatura del horno dentro de los límites óptimos. El tiempo total del ciclo, una métrica esencial, también se visualiza en esta sección, permitiendo una gestión integral del proceso. Del lado derecho de la pantalla, se despliegan indicadores de estado que abarcan desde la presión de aire y el estado del gas licuado de petróleo hasta el funcionamiento adecuado del sensor de temperatura. Detalles críticos como la activación de la parada de emergencia, el estado de los equipos en modo automático y la ausencia de fallas en los equipos, se presentan de manera clara y concisa. En la porción inferior de la pantalla, una amalgama de imágenes visuales detalla de manera gráfica las diversas fases del proceso, mientras que una banda transportadora aérea simboliza el movimiento progresivo del tablero a través de cada etapa. Esta estructura técnica integral y bien orquestada se concibe para permitir una supervisión detallada, ajustes precisos y una operación eficiente en el proceso de curado de tableros en un entorno industrial de alto rendimiento. En la figura 46 se podrá apreciar.

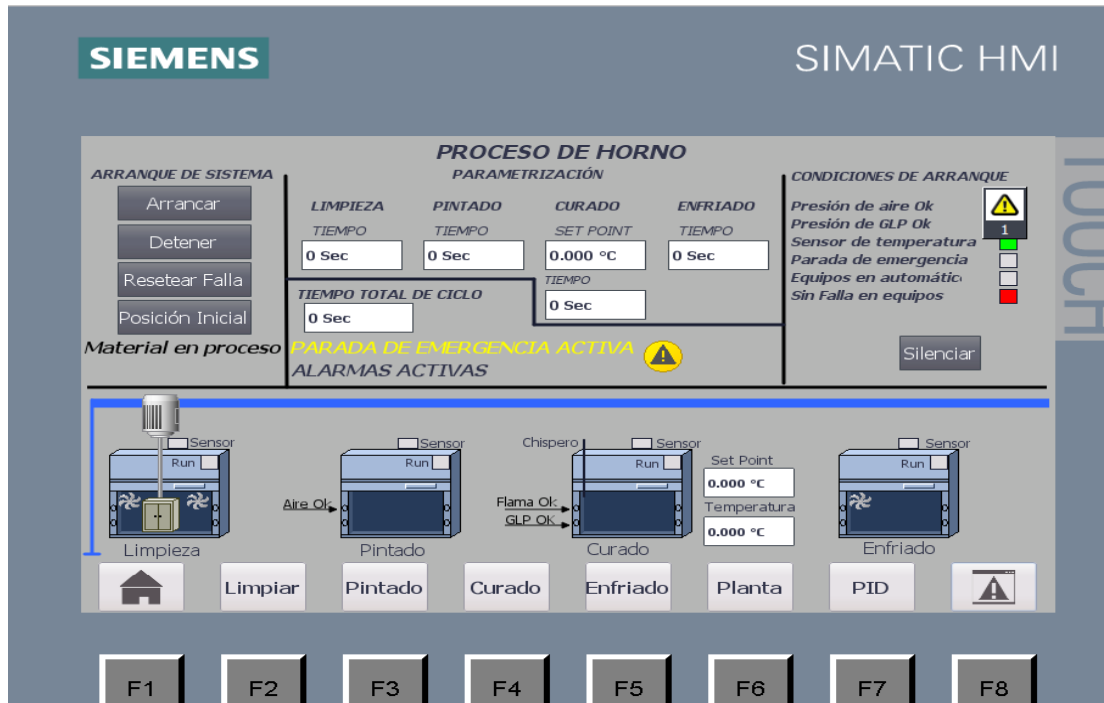


Figura 46. – Interfaz de control del proceso del horno.

5.3.8 Etapa de calibración del control PID.

La interfaz de calibración PID emerge como un componente técnico de elevada especialización, diseñado para la configuración meticulosa del controlador Proporcional, Integral y Derivativo (PID) en el contexto del proceso de curado de tableros. Visualmente, la pantalla exhibe una escala definida con precisión, especificando los límites térmicos superiores e inferiores, proporcionando una representación gráfica instantánea de la extensión térmica permitida. Integrando alarmas sensibles, la interfaz notifica inmediatamente condiciones de temperatura anómalas, aportando así un nivel adicional de salvaguardia en el control térmico del sistema. En el núcleo de la pantalla, se dispone una sección para la inserción precisa del setpoint, permitiendo ajustes meticulosos de la temperatura objetivo del proceso. Las variables de control suministradas por el PID se presentan en tiempo real, brindando una visión detallada y dinámica del comportamiento térmico del sistema en todo momento. Además, se exhiben los parámetros

fundamentales del PID, incluyendo el coeficiente proporcional (KP), el tiempo integral (TI), el tiempo derivativo (TD) y los parámetros específicos del modelo (ME). En la figura 47 se podrá apreciar.

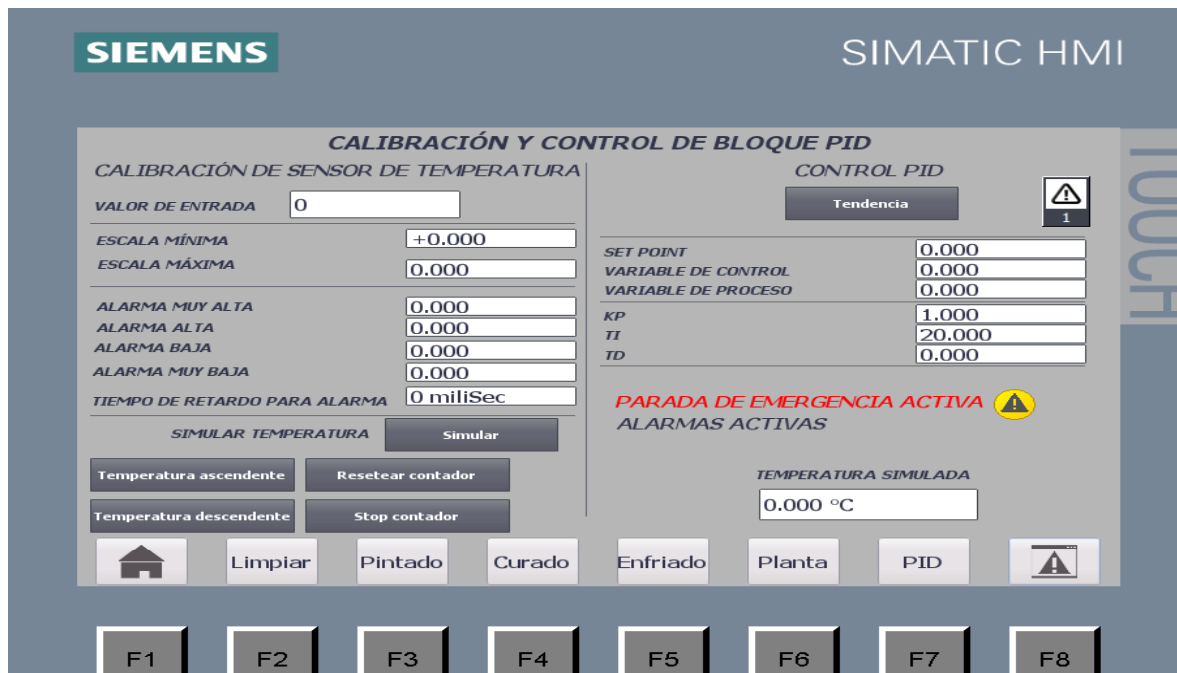


Figura 47. – Interfaz de control de calibración de control PID.

La siguiente pantalla de inicio de sesión representa el punto de entrada a la modificación y ajuste de los parámetros PID, garantizando un acceso seguro a la configuración avanzada del controlador térmico. Su función principal es resguardar la integridad de los ajustes y parámetros críticos que definen el comportamiento del sistema de curado de tableros.

La interfaz de inicio de sesión requiere credenciales autorizadas para garantizar que solo personal autorizado tenga acceso a la modificación de los valores PID. Este enfoque de seguridad es crucial para prevenir cambios no autorizados que podrían afectar la estabilidad y eficiencia del proceso de curado.

Una vez autenticado, el usuario tiene acceso a la pantalla de calibración PID, donde puede realizar ajustes y modificaciones en los parámetros como el coeficiente proporcional (KP), tiempo integral (TI), tiempo derivativo (TD), y otros valores relacionados con la gestión térmica.

Este nivel de autorización y seguridad en la modificación de parámetros es esencial para garantizar la coherencia y estabilidad del proceso de curado. En la figura 48 se podrá apreciar.

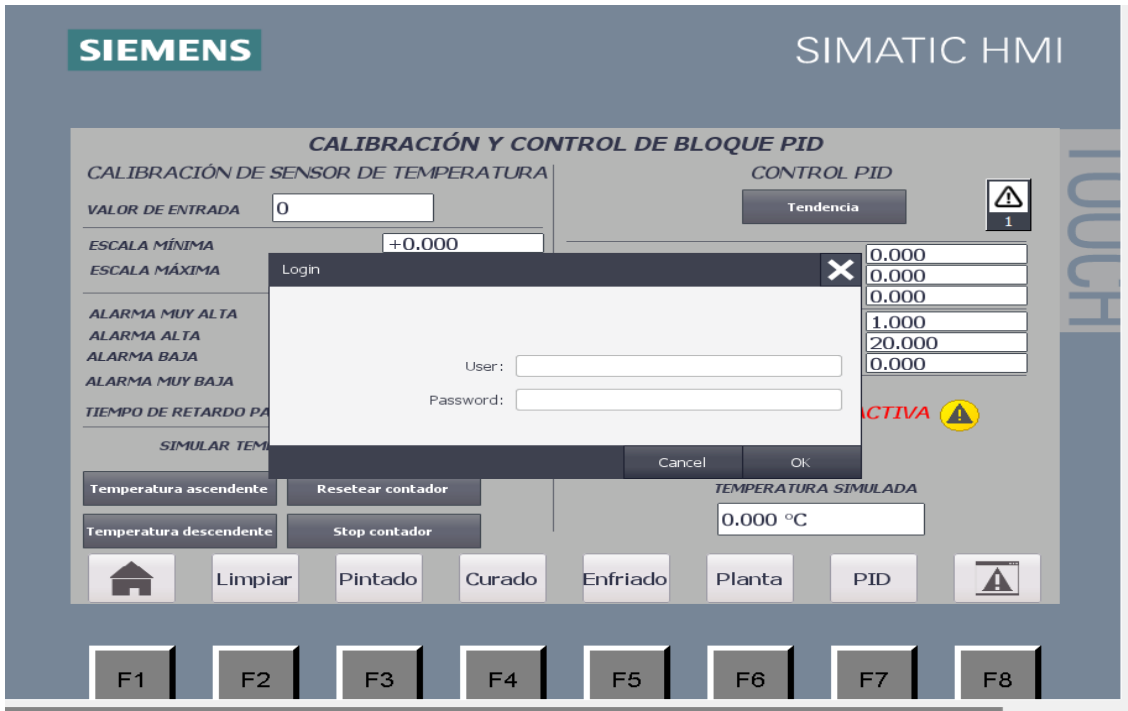


Figura 48. – Interfaz de inicio de ingreso de credenciales para ajuste de control PID.

La siguiente pantalla de tendencia de curvatura PID, representa una herramienta analítica avanzada que ofrece una visualización en tiempo real de la respuesta térmica del sistema durante el proceso de curado de tableros. Diseñada para proporcionar una comprensión detallada de las fluctuaciones y comportamientos dinámicos, esta interfaz presenta gráficamente la curvatura de la temperatura en función del tiempo, permitiendo un análisis exhaustivo de la eficacia del controlador PID.

La representación gráfica de la tendencia de curvatura permite identificar patrones, tendencias y posibles desviaciones en el comportamiento térmico del sistema. Cada curva refleja la interacción dinámica entre los parámetros del PID y las variaciones en la temperatura,

proporcionando una visión profunda de la estabilidad y respuesta del sistema en condiciones operativas reales.

Además, la pantalla incluye marcadores claves, como el setpoint deseado y los puntos de ajuste del PID, para facilitar la correlación visual entre las configuraciones del controlador y la respuesta térmica observada. Estos marcadores sirven como referencia visual para evaluar la efectividad de los ajustes y optimizar la sintonización del PID. En la figura 49 se podrá apreciar.

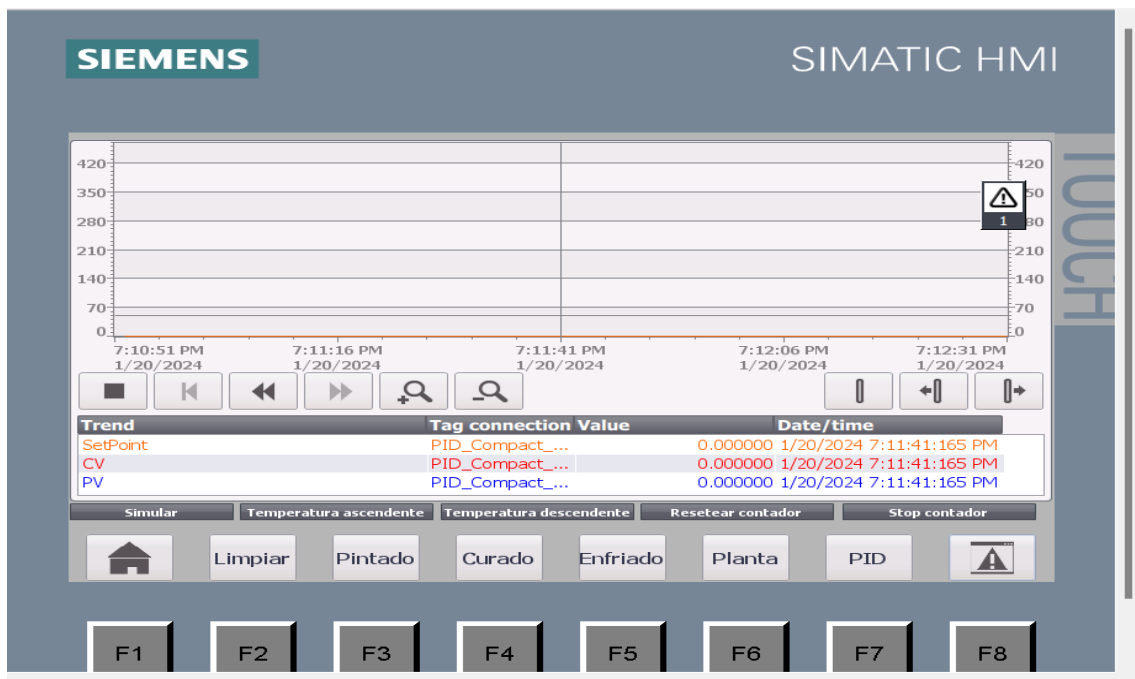


Figura 49. – Pantalla para visualización de tendencias del control PID del sistema.

5.3.9 Estados de Alarmas del sistema

La pantalla de alarmas del proceso se configura como una herramienta esencial para la monitorización integral de posibles anomalías durante el proceso de curado de tableros. Diseñada con un enfoque proactivo en la detección temprana y la respuesta rápida, esta interfaz presenta una recopilación exhaustiva de todas las alarmas generadas por el sistema, proporcionando así una visión global de la salud operativa y la estabilidad del proceso.

Cada alarma se presenta de manera clara y detallada, indicando la naturaleza específica de la anomalía detectada, ya sea relacionada con la presión de aire, la temperatura, el funcionamiento del PID, o cualquier otra variable crítica del proceso. La visualización ordenada de las alarmas permite una identificación rápida de las áreas problemáticas, facilitando una respuesta inmediata y la implementación de medidas correctivas. En la figura 50 se podrá apreciar.

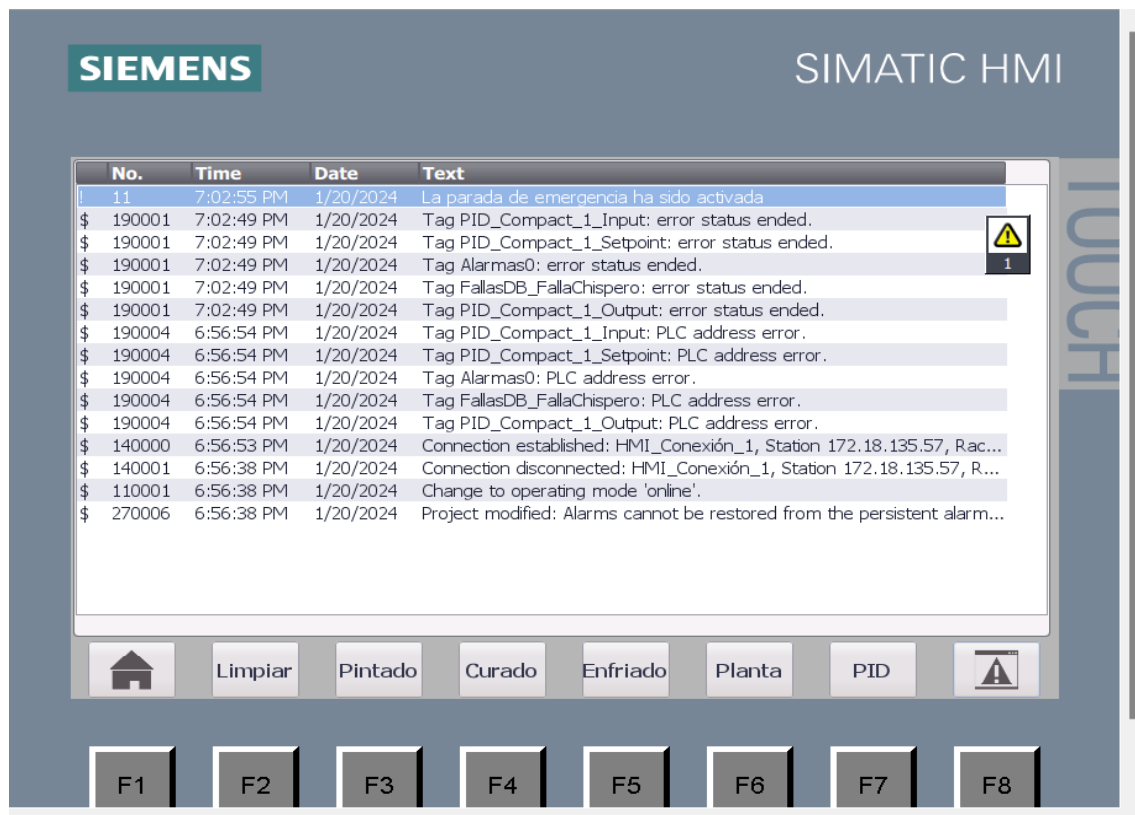


Figura 50. – Pantalla de alarmas del sistema de control del horno.

VI. RESULTADOS

6.1 Estudio del proceso del horno de curado de pintura electrostática

En esta sección se ha elaborado la arquitectura de automatización y los equipos periféricos que se consideran parte del proceso del horno de curado de pintura electrostática. En la figura 51 se podrá apreciar.

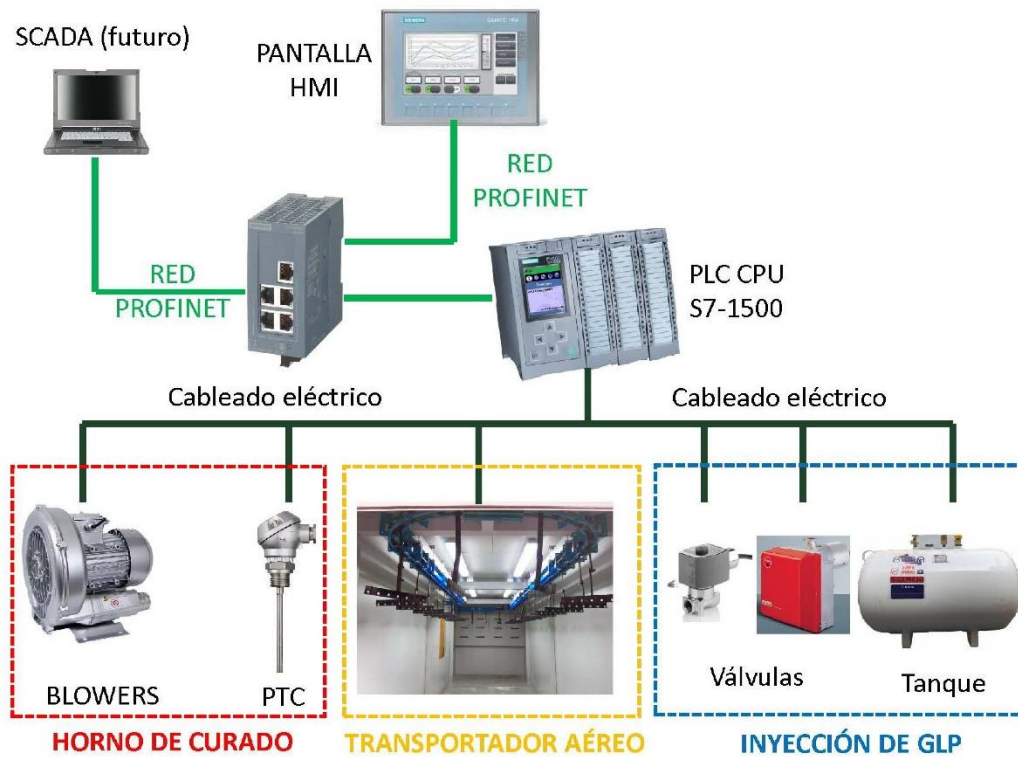


Figura 51.- Arquitectura del sistema de horno de curado.

También hemos elaborado un diagrama de P&ID, específico del sistema de horno de curado donde se brinda una mejor información detallada sobre el diseño y los componentes del sistema. En el diagrama de P&ID, cada componente se representa con un símbolo estándar y se proporciona una lista de símbolos y etiquetas asociadas. Además, la información detallada sobre flujos, presiones, temperaturas, etc.

En la figura 52 se podrá apreciar.

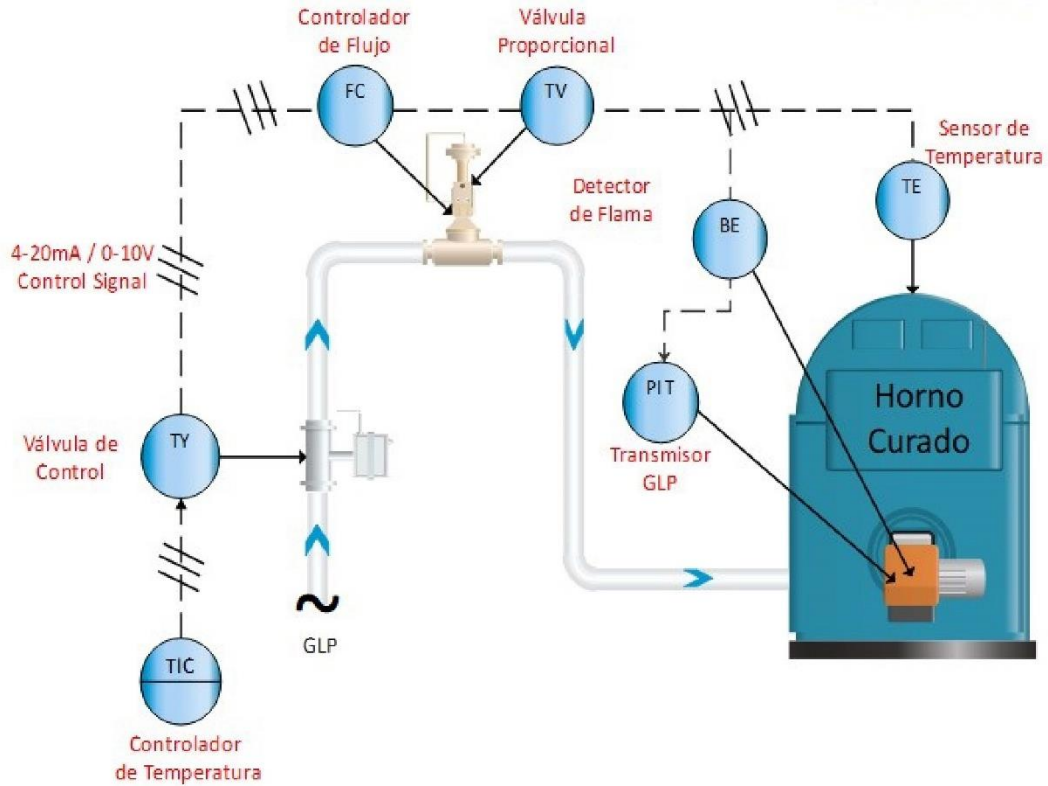


Figura 52. – Diagrama de P&ID del sistema de horno de curado.

6.2 Diseño implementado del sistema automatizado del horno de curado

Se empieza con la compilación y carga del programa al controlador PLC y pantalla HMI. En la figura 53 y 54 se podrá apreciar.

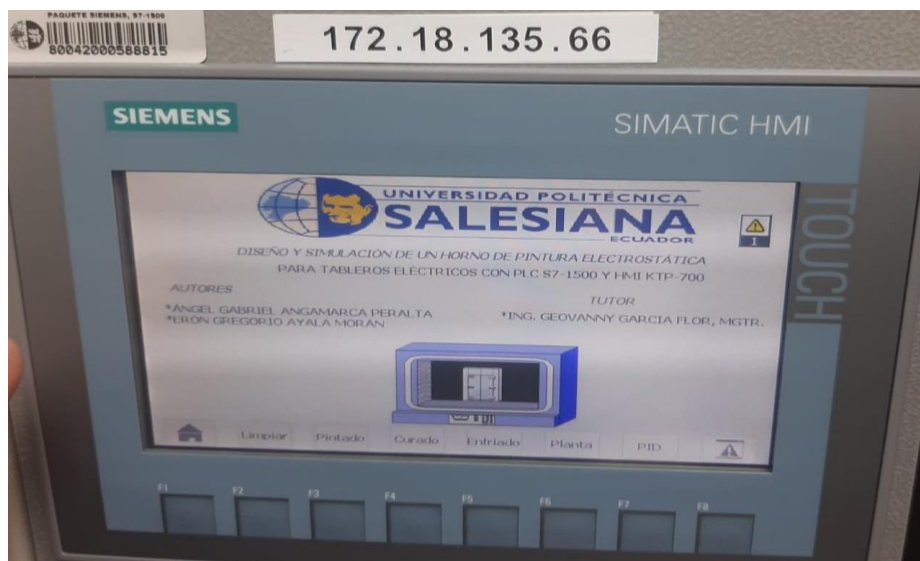


Figura 53.- Pantalla de presentación del sistema.

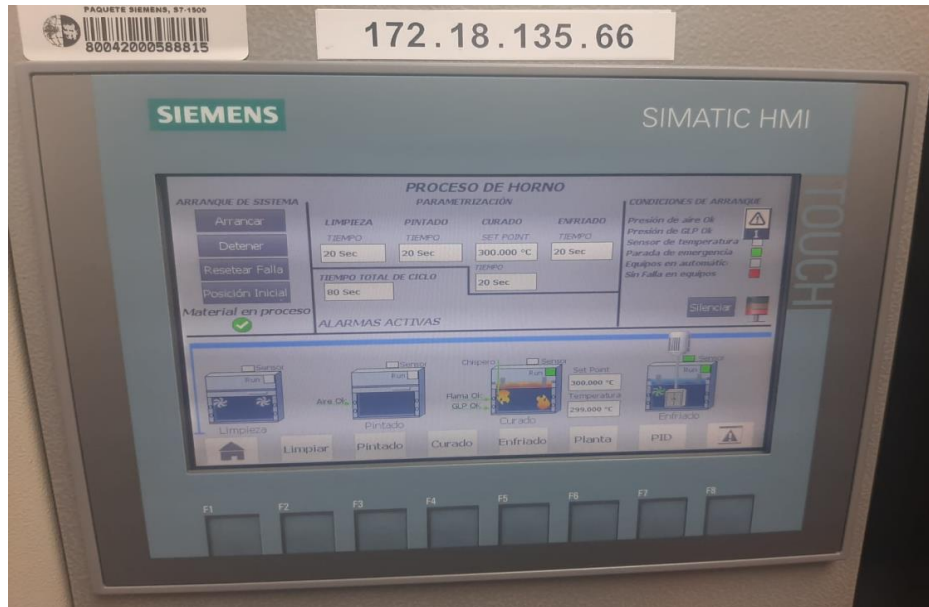


Figura 54.- Pantalla de proceso principal del horno de curado.

Se diseña una pantalla donde el operador puede ingresar los datos para la operación del horno, donde puede ajustar el setpoint, tiempo de duración por proceso y puede visualizar la tendencia de trabajo del control de PID, cabe indicar que, para ejecutar este proceso debe ingresar con un usuario y contraseña definida, ya que estos datos tienen restricciones de operación. En la figura 55 se podrá apreciar.

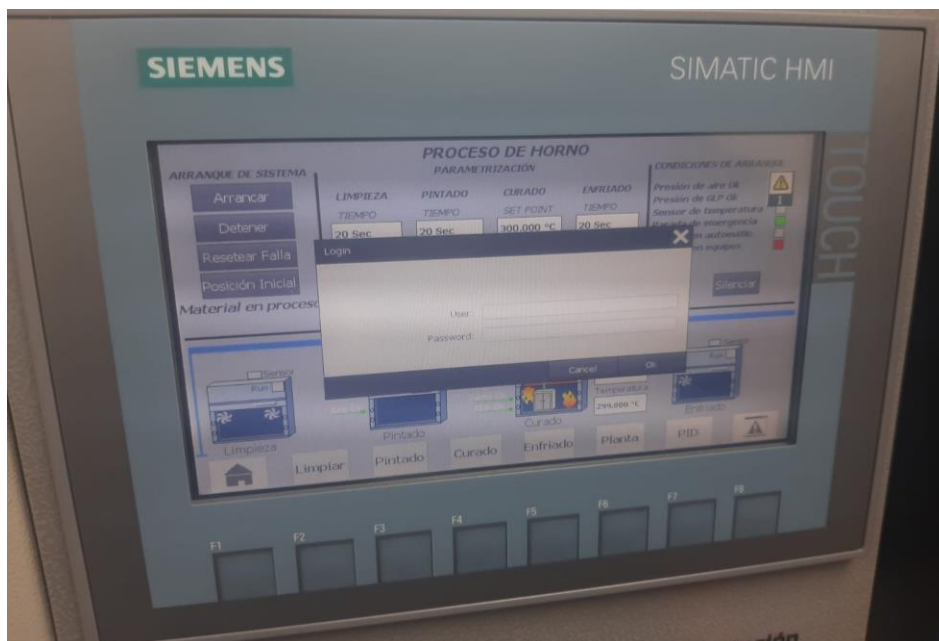


Figura 55. – Pantalla de configuración del sistema del horno.

6.3 Simulación del sistema automatizado del horno de curado

6.3.1 Conexión eléctrica y comunicación de Controlador PLC en módulo didáctico

Se inicia con el cableado eléctrico para simulación de señales discretas y analógicas que cuenta nuestras líneas de programación, también se establece la comunicación entre el controlador PLC y la PC portátil que utilizaremos para cargar el programa. En la figura 56 se podrá apreciar.

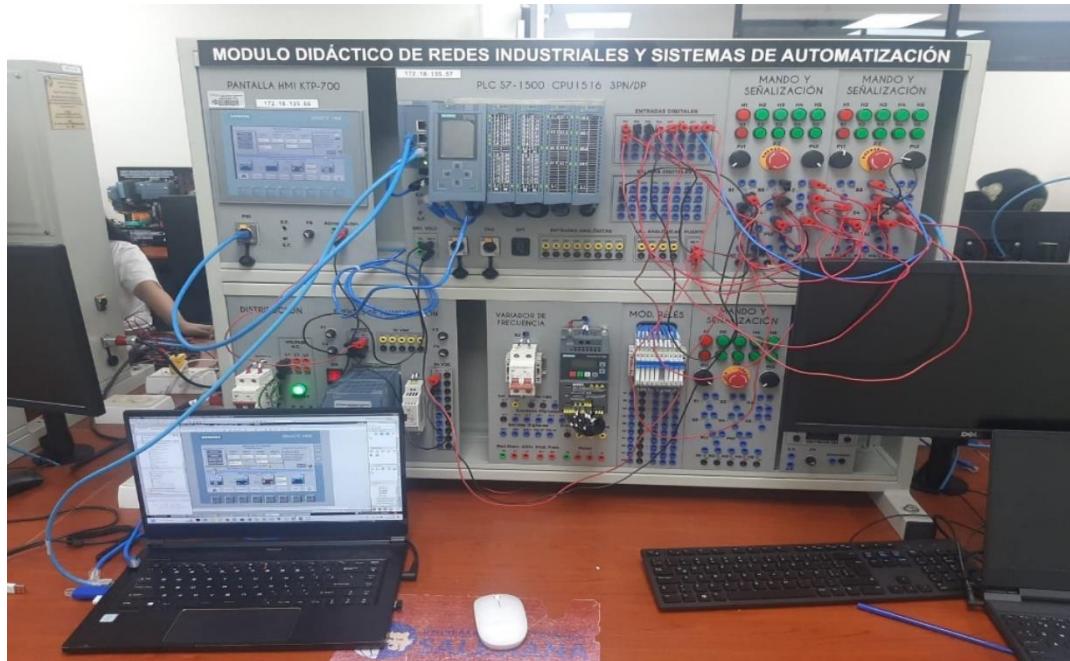


Figura 56. - Pantalla principal de funcionamiento del sistema.

6.3.2 Detalle y pruebas del sistema

A continuación, se describe un resumen del proceso que se realizó para pruebas del sistema diseñado para la automatización del horno de curado de pintura electrostática.

En el siguiente segmento, se detalla una secuencia que se debe tener muy en cuenta para el inicio del proceso, básicamente se debe activar al detectar diferentes posiciones mediante sensores. Aquí hay una explicación teórica sobre cómo podría funcionar esta secuencia:

SensorPosLimpieza: Cuando el sistema inicia o recibe una señal para comenzar una nueva fase,

el sensor de posición de limpieza se activa. Esto puede indicar que el sistema está listo para llevar a cabo las operaciones asociadas con la limpieza.

SensorPosPintado: Después de que la limpieza se ha completado con éxito, el sistema puede moverse a la siguiente fase: pintado. El sensor de posición de pintado se activa al detectar que el sistema ha alcanzado la posición adecuada para esta etapa.

SensorPosCurado: Una vez que la fase de pintura ha concluido, el sistema podría pasar a la etapa de curado. La activación del sensor de posición de curado indica que el sistema ha alcanzado la posición correcta para llevar a cabo el proceso de curado.

SensorPosEnfriado: Después del curado, el sistema podría avanzar a la fase de enfriamiento. El sensor de posición de enfriado se activa para indicar que el sistema está ahora en la posición específica para llevar a cabo las operaciones de enfriamiento.

AireOk y GlpOk: A lo largo de estas fases, los sensores "AireOk" y "GlpOk" pueden estar activándose para verificar continuamente la disponibilidad y calidad del suministro de aire y gas licuado de petróleo, respectivamente.

ParadaEmergencia: En cualquier momento, si se detecta una condición de emergencia, el sensor de parada de emergencia se activa. Esto podría detener inmediatamente el proceso para prevenir situaciones peligrosas.

SensorFlamaOk: Durante todo el proceso, el sistema podría verificar la presencia de la llama usando el sensor "SensorFlamaOk". Su activación indica que la llama está presente y operando normalmente.

Funcionalidad General: La secuencia se basa en la detección de posiciones específicas mediante sensores. Cada activación desencadena una acción específica o avanza el sistema a la siguiente fase del proceso. En la figura 57 se podrá apreciar.

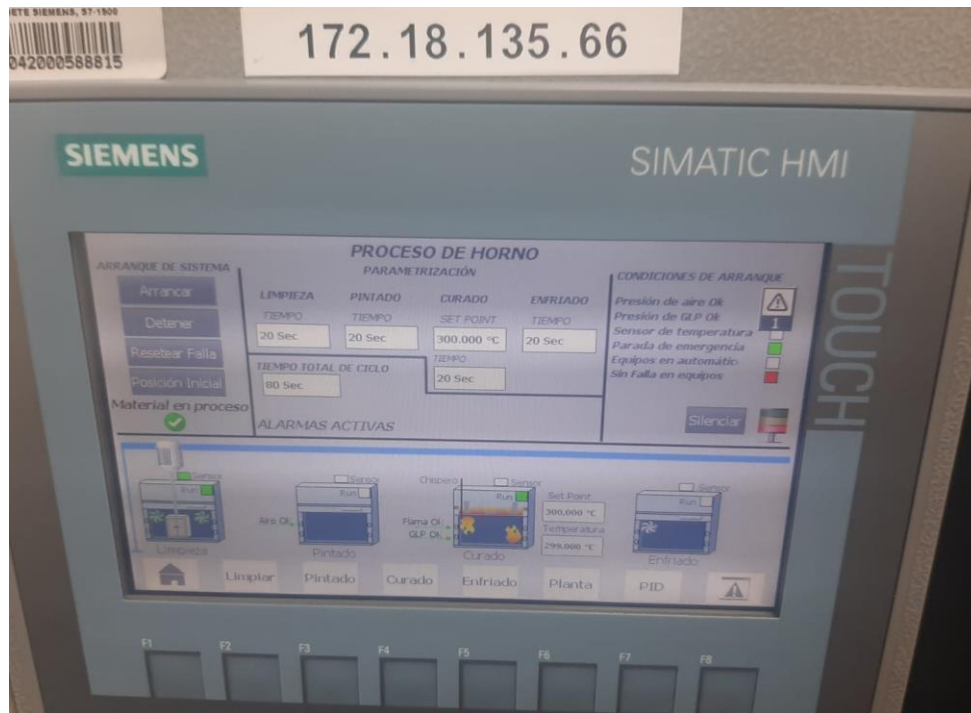


Figura 57. - Pantalla de proceso.

Después de que se hayan cumplido las secuencias mencionadas, el sistema parece estar listo para el arranque del horno. Aquí hay una explicación teórica sobre cómo podría funcionar este proceso:

Detección de Posición del Tablero en el Horno: Una vez que se han completado todas las fases anteriores y el sistema está listo para el arranque del horno, se inicia la detección de la posición del tablero en el horno. Esto puede implicar el uso de sensores específicos que verifican la ubicación del tablero dentro del horno.

Sensor de Flama: Antes de iniciar el horno, es crucial garantizar la presencia y estabilidad de la flama. El sistema verifica el estado del sensor de flama para asegurarse de que la flama esté presente y operando correctamente. Si el sensor de flama indica una condición anormal, se pueden tomar medidas de seguridad o detener el proceso.

Activación del Bloque Anterior de Secuencias: La activación exitosa del bloque anterior de secuencias (Sensores de Posición, AireOk, GlpOk, ParadaEmergencia, SensorFlamaOk, entre otros) es fundamental para garantizar que todas las condiciones previas al arranque del horno se hayan cumplido adecuadamente. Esto incluye asegurar que el sistema esté en las posiciones correctas, que los suministros de aire y gas estén en condiciones adecuadas, y que no haya emergencias detectadas.

Arranque del Horno: Una vez que se ha confirmado que todas las condiciones son favorables y que los sensores de posición del tablero en el horno y el sensor de flama indican que es seguro proceder, se inicia el proceso de arranque del horno. Esto puede involucrar activar los dispositivos de calentamiento y controlar la temperatura según los parámetros establecidos.

Funcionalidad General: El arranque del horno se realiza de manera segura y controlada después de asegurarse de que todas las condiciones previas y secuencias se hayan cumplido correctamente. En la figura 58 se podrá apreciar.

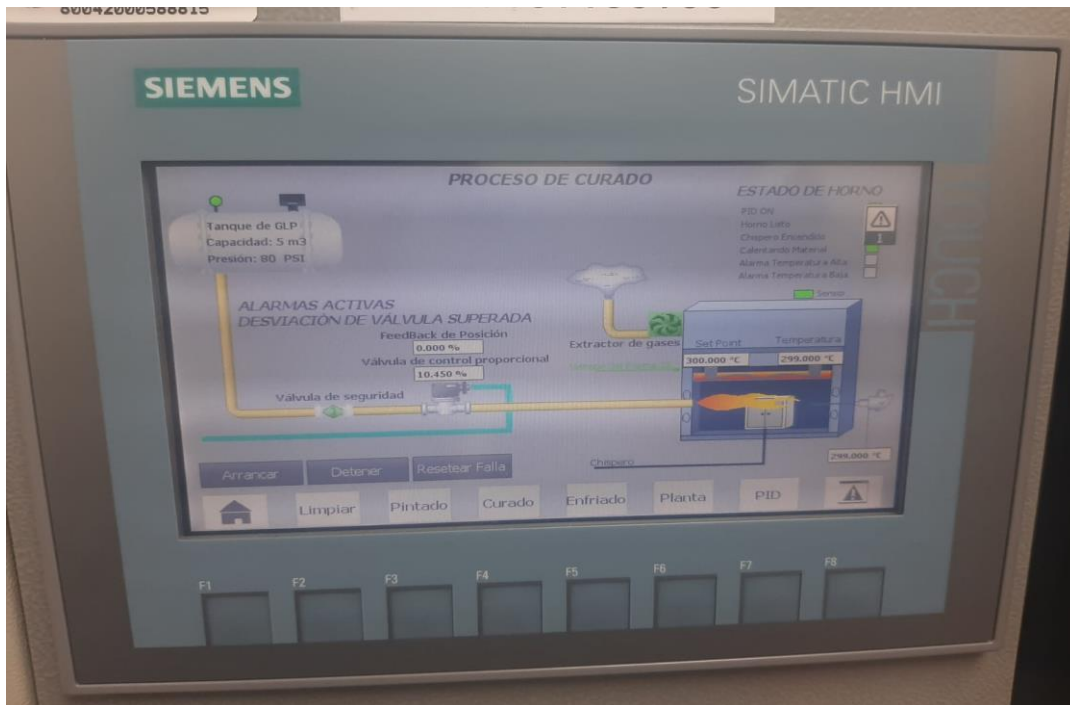


Figura 58. - Pantalla de proceso de curado.

El proceso de arranque del horno sigue una secuencia lógica y precisa para garantizar condiciones seguras y operativas. A continuación, se detalla cada fase, desde la detección de la posición hasta el arranque efectivo del horno:

Detección de Posición del Tablero en el Horno: Se inicia el proceso de arranque con la detección de la posición del tablero en el horno. Esto puede implicar la utilización de sensores específicos ubicados estratégicamente para verificar la posición y alineación del tablero en el interior del horno.

Secuencia de Sensores de Posición: Los sensores de posición, como "SensorPosLimpieza," "SensorPosPintado," "SensorPosCurado," y "SensorPosEnfriado," se activan secuencialmente. Cada sensor verifica si el proceso anterior se ha completado correctamente y si el tablero ha avanzado a la siguiente etapa del ciclo de producción. En la figura 59 se podrá apreciar.

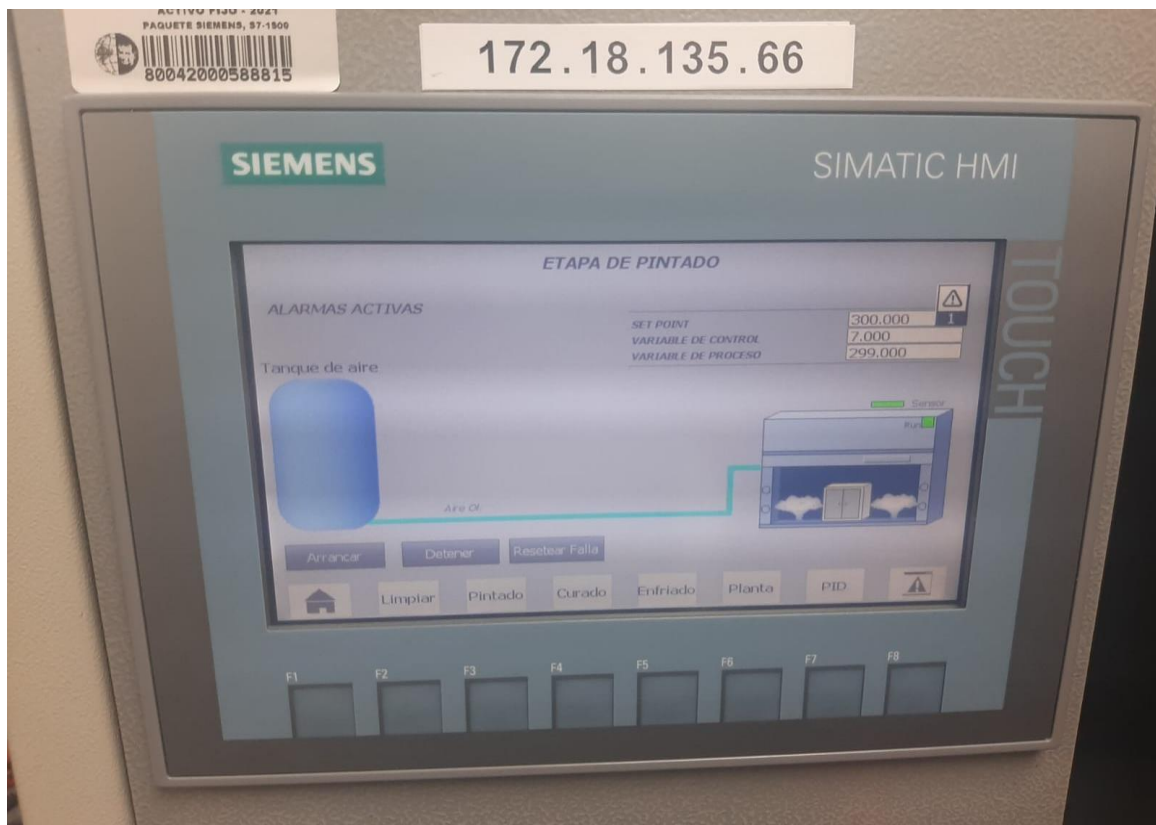


Figura 59. – Pantalla de etapa del proceso de pintado.

Secuencia de Verificación de Condiciones: Los sensores de "AireOk" y "GlpOk" se activan para verificar la disponibilidad y las condiciones adecuadas del suministro de aire y gas licuado de petróleo (GLP). Estos sensores aseguran que los recursos necesarios para el funcionamiento del horno estén presentes y en niveles seguros.

Parada de Emergencia: Se verifica el estado del sensor "ParadaEmergencia" para garantizar que no haya situaciones de emergencia detectadas. Si se activa la parada de emergencia, se detienen todas las operaciones y se toman medidas de seguridad adecuadas.

Sensor de Flama: El sensor "SensorFlamaOk" se activa para confirmar la presencia y estabilidad de la flama en el horno. La ausencia o inestabilidad de la flama puede desencadenar medidas de seguridad o detener el proceso. En la figura 60 se podrá apreciar.

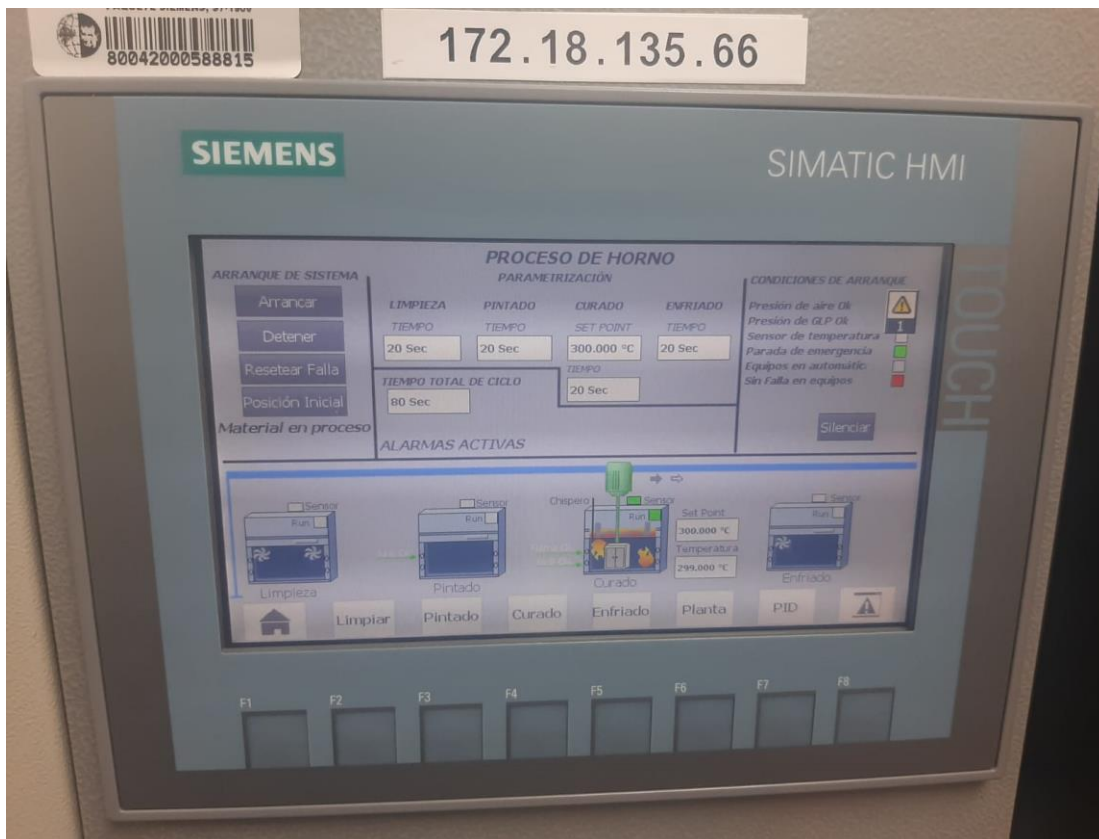


Figura 60.- Pantalla de etapa del proceso de curado.

Activación del Bloque Anterior de Secuencias: Se activa el bloque anterior de secuencias, que incluye la verificación de sensores y condiciones previas. Esto asegura que todas las fases anteriores se hayan completado con éxito antes de proceder con el arranque efectivo del horno.

Inicio del Arranque del Horno: Una vez confirmado que todas las condiciones son favorables, se inicia el proceso de arranque del horno. Esto puede incluir la activación de dispositivos de calentamiento, control de la temperatura, y otros parámetros según las especificaciones del proceso industrial.

Monitoreo Continuo: Durante todo el proceso de arranque y operación, se realiza un monitoreo continuo de los sensores para detectar cualquier cambio en las condiciones. Si se detecta alguna anomalía, el sistema puede tomar medidas correctivas o activar procedimientos de seguridad. En las figuras 61, 62 y 63 se podrán apreciar.

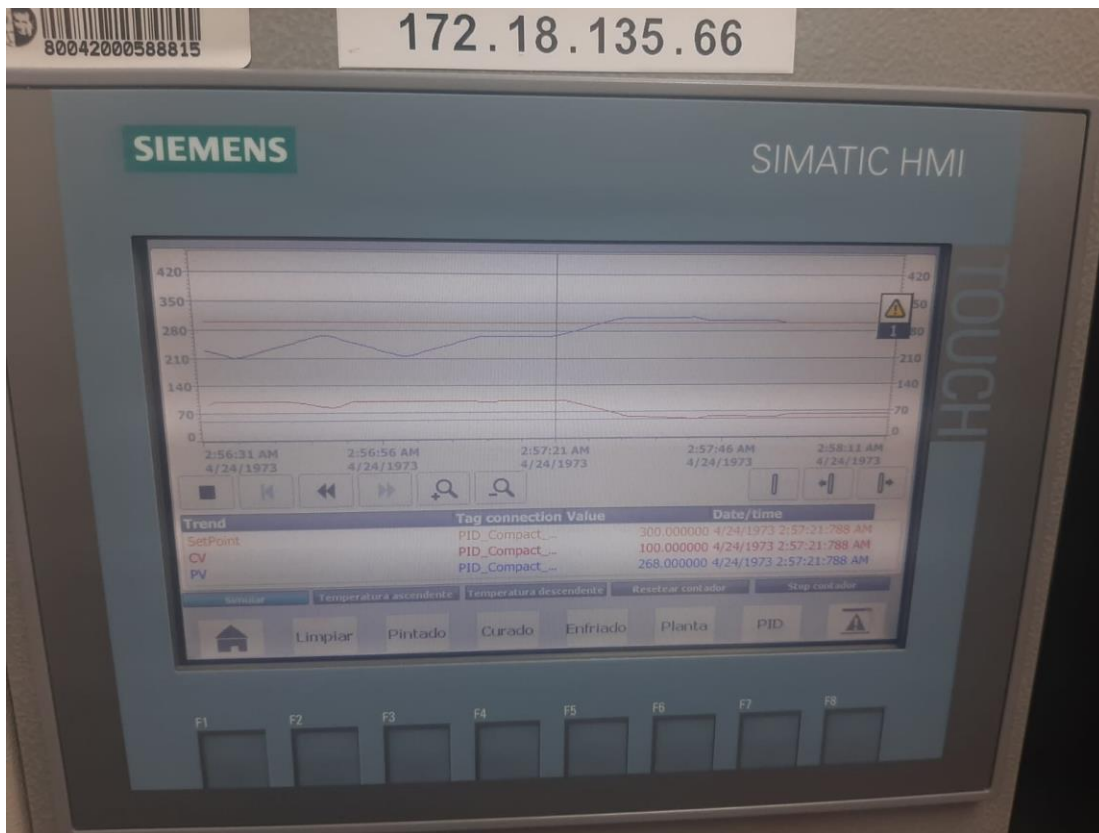


Figura 61.- Pantalla de etapa del proceso del control PID.

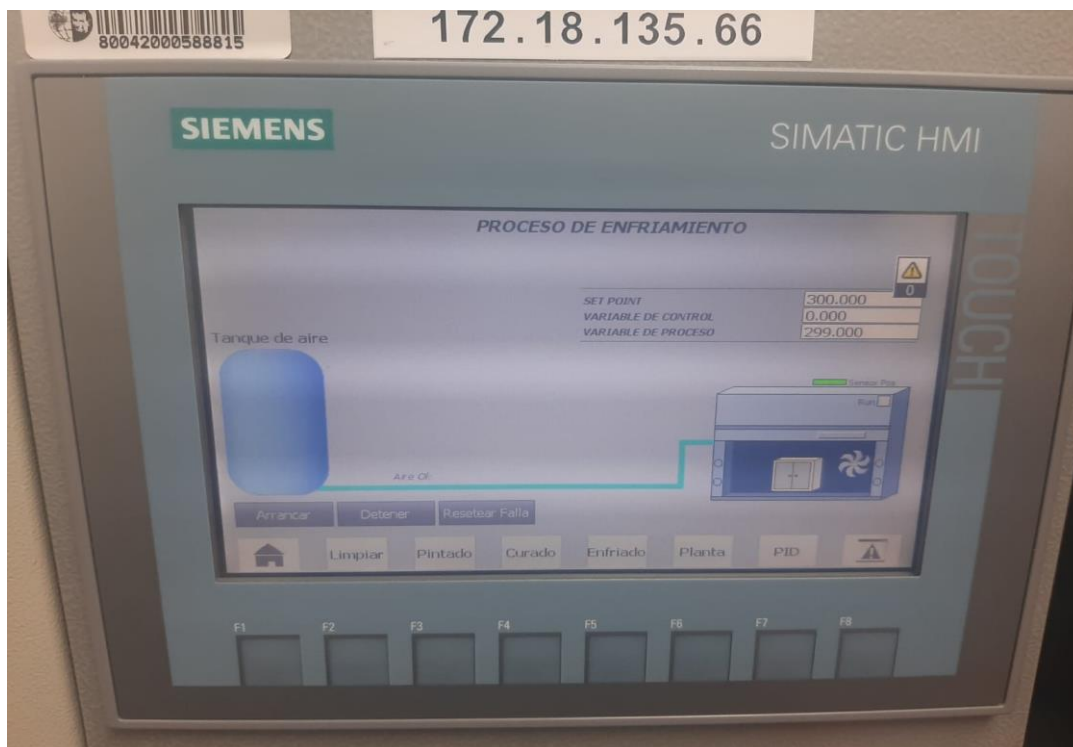


Figura 62. - Pantalla de etapa del proceso de enfriamiento del producto.

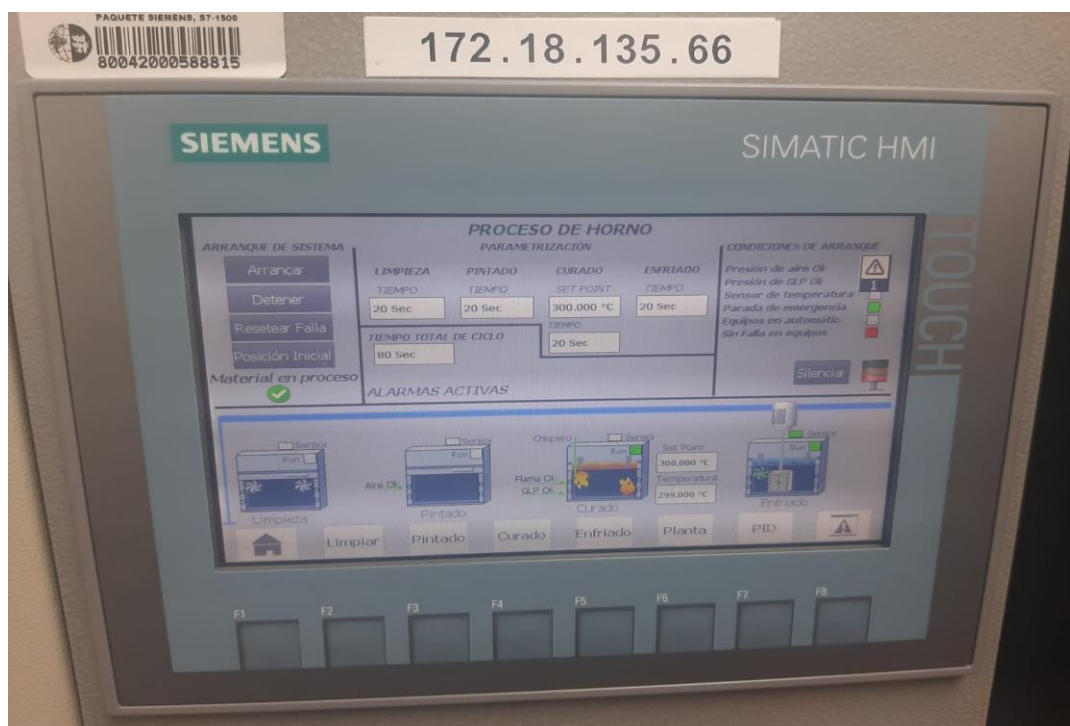


Figura 63. - Pantalla de etapa final del proceso.

VII. CRONOGRAMA

ITEM	TAREAS	SEMANAS															
		OCT. 2023				NOV. 2023				DIC. 2023				ENE. 2024			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2		
1	Fase 1: Diseño y Planificación - Duración: 5 semanas																
	Análisis del Proceso Actual																
	Definición de Requerimientos Técnicos																
	Diseño del Sistema Automatizado																
	Preparación de Materiales y Recursos																
	Adquirir los componentes necesarios para la implementación.																
2	Fase 2: Implementación y Simulación - Duración: 5 semanas																
	Programación de Controladores																
	Desarrollo de la Interfaz HMI																
	Integración de Sensores y Actuadores																
	Simulación Inicial del Proceso																
	Ajustes y Optimización																
	Simulación y Validación Final																
	Análisis de Datos y Resultados																
3	Fase 3: Validación y Resultados - Duración: 4 semanas																
	Realizar simulaciones finales y comparar resultados con el proceso manual.																
	Evaluar la eficacia y eficiencia del sistema automatizado.																
4	Fase 4: Conclusiones y Recomendaciones - Duración: 2 semanas																
	Elaboración de Conclusiones																
	Analizar los resultados y elaborar conclusiones sobre el proyecto.																
	Preparación de Informe Final																
	Documentar el proceso, resultados y recomendaciones en un informe final.																

Tabla 6. – Cronograma de actividades.

VIII. PRESUPUESTO

8.1 Presupuesto del Tablero de Control con equipos de Automatización

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Tablero eléctrico metálico de medidas: Alto: 80cm x Ancho: 60cm x Prof.: 25cm, pintado al horno RAL7032.	\$ 220,00	\$ 220,00
1	Controlador Lógico Programable Simatic S7-1500, modelo CPU 1516-3 PN/DP, 6ES7516-3AN01-0AB0	\$ 4.280,00	\$ 4.280,00
1	Fuente de alimentación de carga PM 190 W 120/230 V AC modelo 6EP1333-4BA00	\$ 464,00	\$ 464,00
1	Módulo de entradas digitales DI 32x24VDC HF modelo 6ES7521-1BH00-0AB0	\$ 941,00	\$ 941,00
1	Módulo de salidas digitales DO 32x24VDC HF modelo 6ES7522-1BL01-AB0	\$ 1.340,00	\$ 1.340,00
1	Módulo de entradas analógicas AI 8xU/I/RTD/TC ST modelo 6ES7531-7KF00-0AB0	\$ 1.817,00	\$ 1.817,00
1	Módulo de salidas analógicas AQ 4xU/I/ ST modelo 6ES7532-5HD00-0AB0	\$ 1.533,00	\$ 1.533,00
4	Conector frontal para módulos de entrada/salida Simatic S7-1500.	\$ 111,00	\$ 444,00
1	Riel para instalación de Simatic S7-1500 y ET200MP. Longitud 530mm modelo 6ES7590-1AF30-0AA0	\$ 111,00	\$ 111,00
1	Panel HMI Simatic modelo KTP-700 6AV2123-2GB03-0AX0	\$ 1.638,00	\$ 1.638,00
1	Switch Industrial Ethernet modelo SCALANCE XB005 6GK5005-0BA00-1AB	\$ 495,00	\$ 495,00
5	Metros de Cable para comunicación PROFINET / Industrial Ethernet modelo 6XV1840-2AH10	\$ 6,64	\$ 33,20
2	Conector RJ45 robusto metálico PROFINET / Industrial Ethernet. Ángulo de conexión 90° modelo 6GK1901-1BB20-2AA0	\$ 49,00	\$ 98,00
1	Parada de emergencia 30mm 1NC con retención	\$ 30,00	\$ 30,00
1	Juego de disyuntores de control	\$ 115,00	\$ 115,00
1	Juego de borneras de control y accesorios	\$ 180,00	\$ 180,00
1	Misceláneos de materiales (canaletas ranuradas, riel din, cables de control, marquillas, rótulos, etc.)	\$ 250,00	\$ 250,00
1	Mano de obra de montaje y cableado de equipos del tablero	\$ 320,00	\$ 320,00
Subtotal 1 (No incluye impuestos)			\$ 14.309,20

Tabla 7. – Presupuesto del Tablero de Control de Automatización.

8.2 Presupuesto de los equipos periféricos para automatización del horno de curado

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Ventilador Centrifugo para extracción de aire modelo SDECB/Z-380-4T-3	\$ 640,00	\$ 640,00
1	Válvulas de cierre para gas licuado de petróleo modelo HV226	\$ 480,00	\$ 480,00
2	Quemadores para gas licuado de petróleo modelo Gulliver BS2/M	\$ 2.600,00	\$ 5.200,00
2	Sensor de Temperatura tipo RTD modelo Rosemount™ 214C	\$ 920,00	\$ 1.840,00
1	Sistema de transportador aéreo con accesorios de izaje y estructuras	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00
Subtotal 2 (No incluye impuestos)			\$ 9.960,00

Tabla 8. – Presupuesto de equipos para el horno.

8.3 Resumen de presupuesto Total del proyecto

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Suministro de Tablero de Control (Subtotal 1)	\$14.309,20	\$ 14.309,20
1	Suministro de equipos para el Horno (Subtotal 2)	\$ 9.960,00	\$ 9.960,00
1	Software TIA PORTAL V17 STEP7 Profesional para configuración, programación y diagnóstico de los controladores SIMATIC S7-1200, S7-300, S7-400, S7-1500.	\$ 4.900,00	\$ 4.900,00
1	Software WinCC Basic V17. Software de ingeniería para la configuración de los paneles Simatic HMI Basic Panels.	\$ 319,00	\$ 319,00
1	Mano de obra de montaje de equipos	\$ 2.800,00	\$ 2.800,00
1	Programación y puesta en marcha	\$ 2.400,00	\$ 2.400,00
Subtotal (No incluye impuestos)			\$ 34.688,20

Tabla 9. – Presupuesto Total del Proyecto.

IX. CONCLUSIONES

El diseño de este proyecto tiene como finalidad mejorar la eficiencia y calidad en el proceso de curado de pintura electrostática del horno para los tableros eléctricos, mediante el sistema automatizado que está integrado por un controlador automático programable para el control del proceso y una interfaz HMI para la supervisión y configuración.

El PLC S7-1500 es el núcleo del control, gestionando las variables del proceso, como la variación de temperatura, inyección de flujo de gas GLP, manejo de transportador y ventilación del horno.

La HMI KTP-700 proporciona una interfaz intuitiva para los operadores, permitiendo la supervisión en tiempo real y ajustes de parámetros según sea necesario. La HMI presenta información vital del proceso, como la temperatura actual del horno, el estado del transportador y ventilación del horno.

Para la simulación avanzada se utilizó un módulo didáctico para modelar el comportamiento del horno y verificar la eficacia del sistema. La simulación ha demostrado que el sistema es capaz de mantener una temperatura constante, garantizando una distribución uniforme de la pintura incluso en condiciones variables.

La integración del PLC S7-1500 y la HMI KTP-700 ha demostrado ser una solución efectiva para el control y supervisión del proceso, destacando mejoras en la calidad y la eficiencia operativa.

X. RECOMENDACIONES

Para la implementación de tecnología avanzada en el horno de curado de pintura electrostática, trae consigo una serie de beneficios, pero también requiere consideraciones específicas. A continuación, algunas recomendaciones que se debe tener en cuenta:

Control de registro de datos históricos:

El sistema de registro automático de datos históricos, no solo facilitará la identificación de patrones y mejoras, sino que también será útil para auditorías de calidad y cumplimiento normativo.

Control de mantenimiento predictivo:

Se debe llevar a cabo un registro de mantenimiento del estado de los componentes del horno esto ayudará a evitar paradas no planificadas y a maximizar la vida útil de los equipos.

Capacitación del Personal:

Se tiene que proporcionar una capacitación exhaustiva al personal que operará y supervisará el sistema automatizado. La comprensión de las capacidades y limitaciones del sistema es esencial para su operación eficiente.

Cumplimiento Normativo:

Se debe asegurar de que el sistema automatizado cumple con todas las normativas de seguridad y medio ambiente pertinentes. La automatización no solo debe mejorar la eficiencia, sino también garantizar un entorno de trabajo seguro y cumplir con las regulaciones.

XI. REFERENCIAS

EMERSON ELECTRIC CO. (2023). *Rosemount™ 214C Sensor de temperatura tipo RTD*.

Obtenido de Emerson: <https://www.emerson.com/es-es/catalog/automation-solutions/measurement-instrumentation--5/temperature-sensors--5/rosemount-sku-214c-rtd-temperature-sensor-es-es?fetchFacets=true#facet:&partsFacet:&modelsFacet:&facetLimit:&searchTerm:&partsSearchTerm:&mode>

EMERSON ELECTRIC CO. (2023). *Válvulas de cierre para gas licuado de petróleo ASCO™*

HV226. Obtenido de Emerson: <https://www.emerson.com/es-es/catalog/asco-hv226-es-es>

GYP SOLUCIONES. (2019). *PINTURA ELECTROSTÁTICA*. Obtenido de

<https://gypsoluciones.com/pintura-electrostatica/>

POWDERTRONIC. (2016). *Horno de Pintura*. Obtenido de Powdertronic:

<https://powdertronic.com/horno-de-pintura/>

POWDERTRONIC. (31 de mayo de 2016). *Pintura electrostática (características y tipos)*.

Obtenido de Casos de estudio: <https://powdertronic.com/pintura-electrostatica-caracteristicas-y-tipos/>

Powdertronic. (2024). *Transportador aéreo*. Obtenido de <http://colorpowdercoater.es/2-9-overhead-conveyor/223601/>

REPSOL. (2023). *REPSOL*. Obtenido de REPSOL:

<https://www.repsol.es/particulares/asesoramiento-consumo/glp-que-es-para-que-sirve/>

RIELLO S.p.A. (2023). *Quemadores GULLIVER BSDF*. Obtenido de Riello:

<https://www.riello.com/spain/productos?range=11ACGGBWRF>

SENSORICX. (2024). *Control PID- Todo lo que necesitas saber*. Obtenido de

<https://sensoricx.com/mediciones/control-pid-todo-lo-que-necesitas-saber/>

SIEMENS AG. (2022). *Módulo de entradas analógicas AI 8xU/I/RTD/TC ST*. Obtenido de

Siemens:

<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/CL/Catalog/Product/?mlfb=6ES7531-7KF00-0AB0&SiepCountryCode=CL>

SIEMENS AG. (2022). *Módulo de entradas digitales SIMATIC S7-1500/ET 200MP DI*

32x24VDC HF. Obtenido de Siemens AG:

<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/cl/Catalog/Product?mlfb=6ES7521-1BL00-0AB0&SiepCountryCode=WW>

SIEMENS AG. (2022). *Módulo de salidas analógicas AQ 4xU/I/ ST*. Obtenido de Siemens:

<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/CL/Catalog/Product/?mlfb=6ES7532-5HD00-0AB0&SiepCountryCode=CL>

SIEMENS AG. (2022). *módulo de salidas digitales DQ 32xDC 24V/0,5A HF*. Obtenido de

Siemens:

<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/CL/Catalog/Product/?mlfb=6ES7522-1BL01-0AB0&SiepCountryCode=CL>

SIEMENS AG. (2022). *SCALANCE XB005 Industrial Ethernet Switch*. Obtenido de Siemens:

<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/CL/Catalog/Product/?mlfb=6GK5005-0BA00-1AB2&SiepCountryCode=CL>

SIEMENS AG. (2022). *SIEMENS AG*. Obtenido de SIEMENS AG:

<https://www.siemens.com/es/es/productos/automatizacion/comunicacion-industrial.html>

SIEMENS AG. (2022). *SIMATIC HMI, KTP700 Basic, Panel*. Obtenido de Siemens:

<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/CL/Catalog/Product/?mlfb=6AV2123-2GB03-0AX0&SiepCountryCode=CL>

SIEMENS AG. (2022). *SIMATIC PM 1507 24 V/8 A Regulated power supply for SIMATIC S7-1500 input: 120/230 V AC, output: 24 V DC/8 A*. Obtenido de Siemens:

<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/?mlfb=6EP1333-4BA00&SiepCountryCode=WW>

SIEMENS AG. (2022). *SIMATIC S7-1500, CPU 1516-3 PN/DP 6ES7516-3AN01-0AB0*.

Obtenido de Siemens:

<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/6ES7516-3AN01-0AB0>

SIEMENS AG. (2023). *SIEMENS AG*. Obtenido de SIEMENS AG:

<https://www.siemens.com/ar/es/productos/automatizacion/software-industrial/tia-portal.html>

SIEMENS AG. (2023). *SIEMENS AG*. Obtenido de SIEMENS AG:

<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Products/10091384>

SODECA. (2024). *Soluciones en Ventilación*. Obtenido de

<https://www.sodeca.com/es/productos/sdecb-z-p1000001125?cs=31&fil=50#prod>

Solé, A. C. (2011). INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL 8VA EDICIÓN. En A. C. Solé,

INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL 8VA EDICIÓN (pág. 792). Mexico: Alfaomega

Grupo Editor, S.A.

SQe - Steel Química engenharia. (s.f.). *TRANSPORTADORES AÉREOS*. Obtenido de

<https://sqe.ind.br/produtos/transportadores>

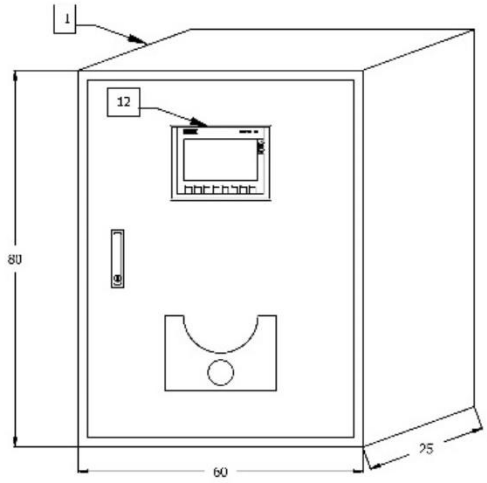
TESSIS SUPPORT AUTOMATION & CONTROL. (2020). *AUTOMATIZACIÓN*

INTELIGENTE. Obtenido de <https://www.tessissac.com/servicios.html>

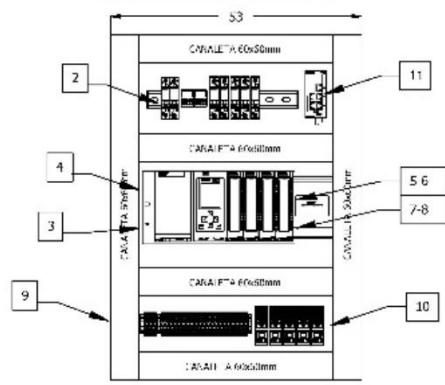
LETRAS	CLASE DE ELEMENTO	EJEMPLOS
A	Conjuntos, subconjuntos funcionales.	Amplificador de válvulas o de transistores, amplificador magnético, laser, maser.
B	Transductores de magnitud no eléctrica a magnitud eléctrica o viceversa.	Par termoelectrónico, célula fotoeléctrica, etc.
C	Condensadores.	
D	Operadores binarios dispositivos temporizadores, dispositivos de memoria.	Operador biestable, registrador de cinta o de disco.
E	Elementos diversos.	Elementos de iluminación, de calefacción no especificados en esta tabla.
F	Dispositivos de protección.	Fusible, limitador de sobretensiones, pararrayos.
G	Generadores, fuentes de alimentación.	Generatriz, alternador, convertidor rotativo de frecuencia, batería, oscilador.
H	Dispositivos de señalización.	Señalizaciones acústicas y luminosas.
K	Relés y contactores.	
L	Inductancias.	Bobinas de inducción, bobinas de bloqueo.
M	Motores.	
P	Aparatos de medida, equipos de ensayo.	Relojes, contadores.
Q	Aparatos mecánicos de conexión para circuitos de potencia.	Interruptor automático, seccionador.
R	Resistencias.	Potenciómetro.
S	Aparatos mecánicos de conexión para circuitos de mando.	Mando auxiliar manual, pulsador, interruptor de parada, selector.
T	Transformadores.	De tensión, de intensidad.
U	Moduladores, convertidores.	Decodificador, demodulador.
V	Válvulas electrónicas, semiconductores.	Tiristor, válvula de vacío, de gas.
W	Vías de transmisión, guías de onda, antenas.	Cable, juego de barras, antena parabólica.
X	Bornes, clavijas, zócalos.	Clavijas, terminales para soldar.
Y	Aparatos mecánicos accionados eléctricamente.	Freno, válvula magnética, embrague.
Z	Transformadores diferenciales, filtros, cargas correctoras, limitadores, ecualizadores.	Filtro de cristal, ecualizador, compresor.



VISTA EXTERNA



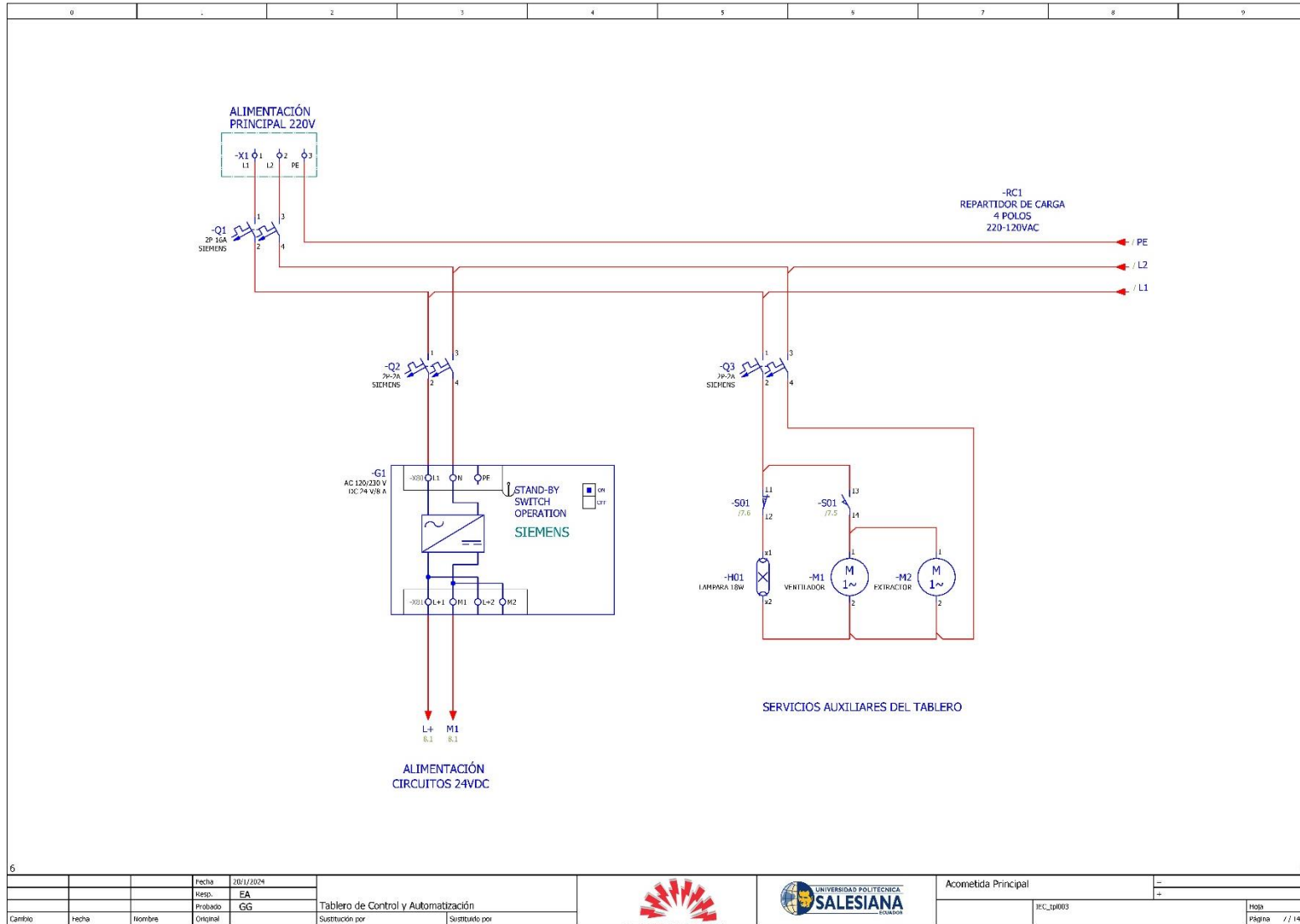
VISTA INTERNA

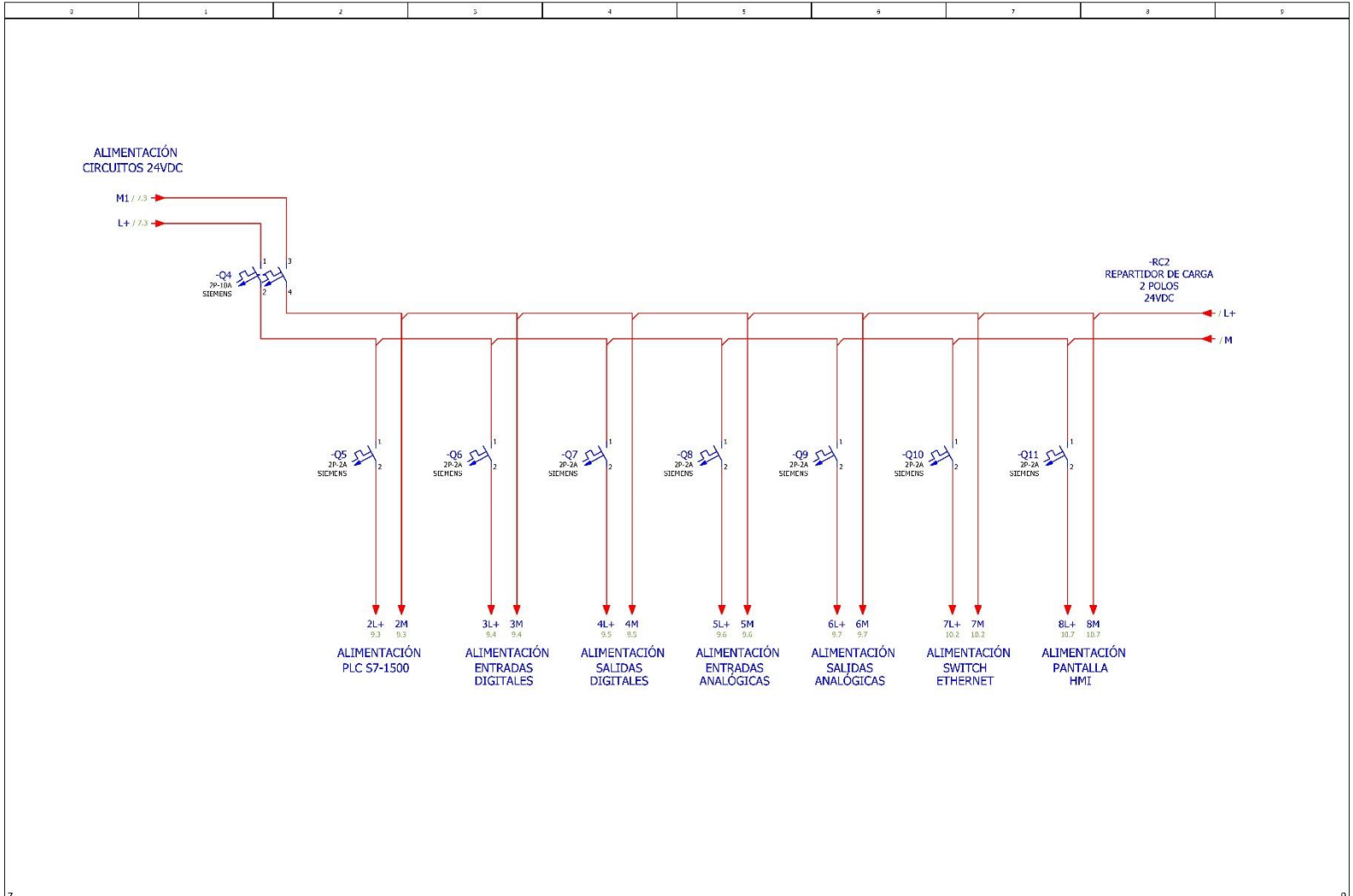


*Nota: Las acotaciones están en centímetros

LISTADOS DE EQUIPOS	
Nº	DESCRIPCION
1	Tablero tipo autoaportado, fabricado en placa galvanizada de 1.5mm de espesor, con aplicación de pintura electrostática color RAL7032 beige, contiene: cerraduras, bisagras y caucho para puerta. medidas: Alto: 80cm, Ancho: 60cm y Profundidad: 25cm
2	Juego de disyuntores de control para riel din
3	Controlador Lógico Programable Simatic S7 1300, modelo CPU 1516-3 PN/DP, 6ES7516-3AM01-0AB0
4	Fuente de alimentación de carga PM 190 W 120/230 V AC, modelo 5FP1331-4BAM0
5	Módulo de entradas digitales DI 32x24VDC HF, modelo 6ES7521-1BH01-0AB0
6	Módulo de salidas digitales DO 32x24VDC HF, modelo 6ES7522-1BL01-0AB0
7	Módulo de entradas analógicas AI 8x12/RTD/TC ST, modelo 6ES7531-7KF00-0AB0
8	Módulo de salidas analógicas AO 4x12/15I, modelo 6ES7532-5HD00-0AB0
9	Botones de control y topes finales
10	Relés de control con base tipo 3-fase
11	Switch Industrial Fibernet, modelo SCALANCE XB005 6ES75005-0BAM0-AB
12	Panel HMI Simatic, modelo KTP-700 6AV2123-2GR03-0AX0

12.2 Diseño Eléctrico del Tablero.





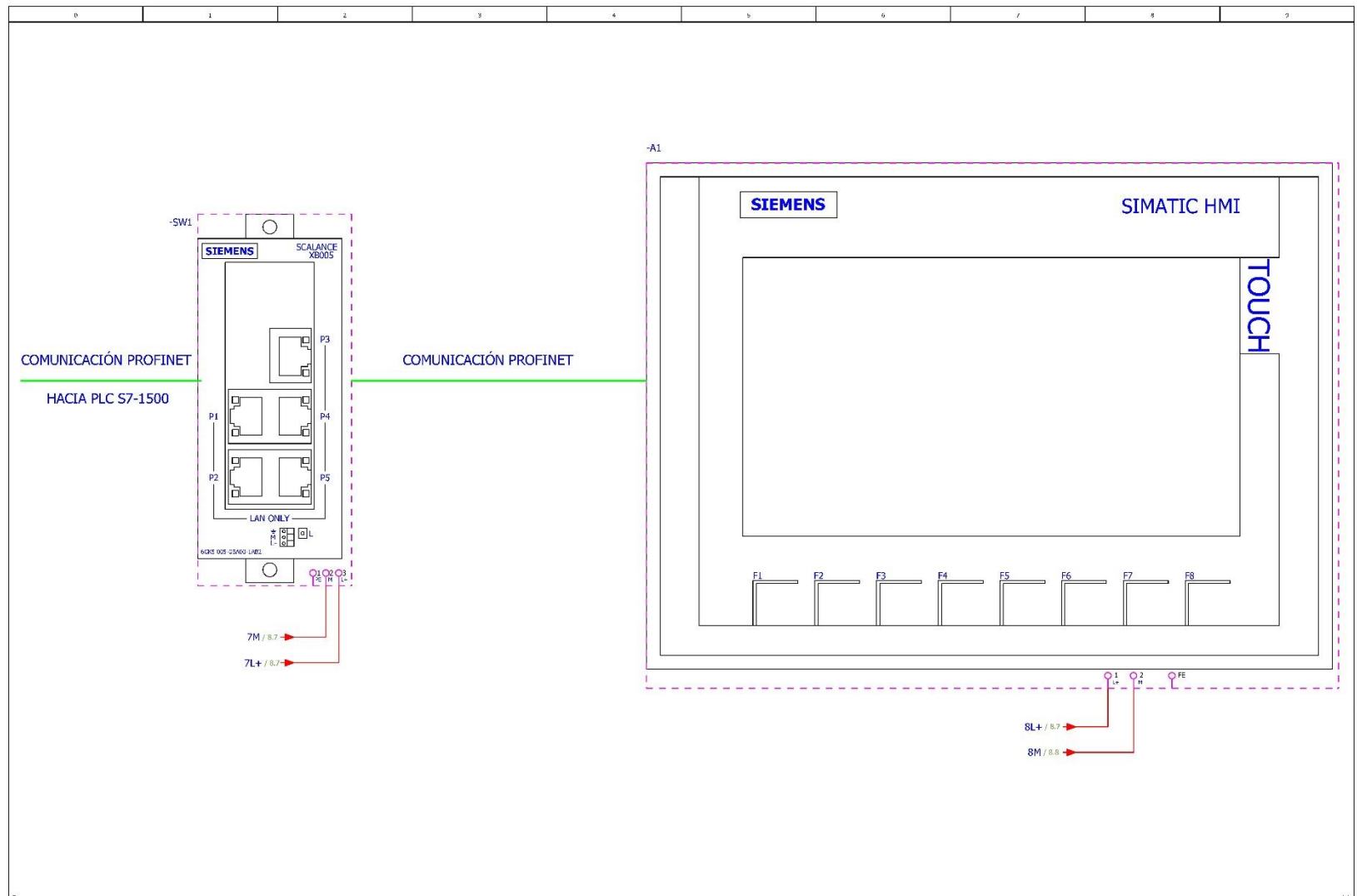
7		Fecha	20/11/2021
		Resp.	EA
		Probarido	GG
Cambio	Fecha	Nombre	Original

Tablero de Control y Automatización	
Sustitución por	Sustituido por



Circuito de Corriente Directa 24VDC		==	
		+-	
	IEC_01003	Mips	8
		Página	8 / 14

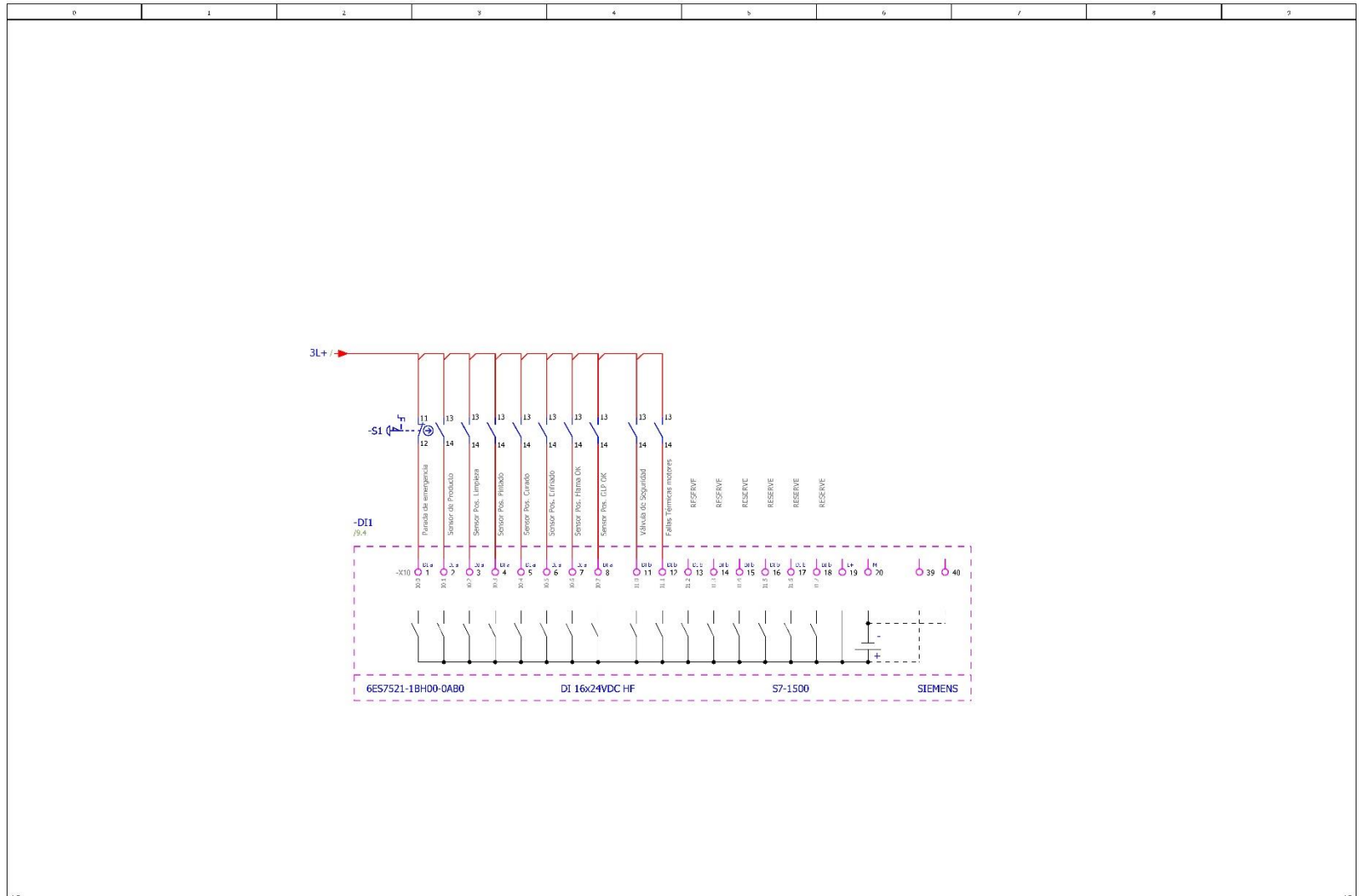
9



		Fecha	20/11/2024							11
		Resp.	EA							
		Probador	GG	Tablero de Control y Automatización						
Cambio	Fecha	Nombre	Original	Sustitución por	Sustituido por					



Alimentación de Swtich Ethernet y Pantalla		=
HMI		+
	IEC_tp003	Hoja 10
		Página 10 / 14



10

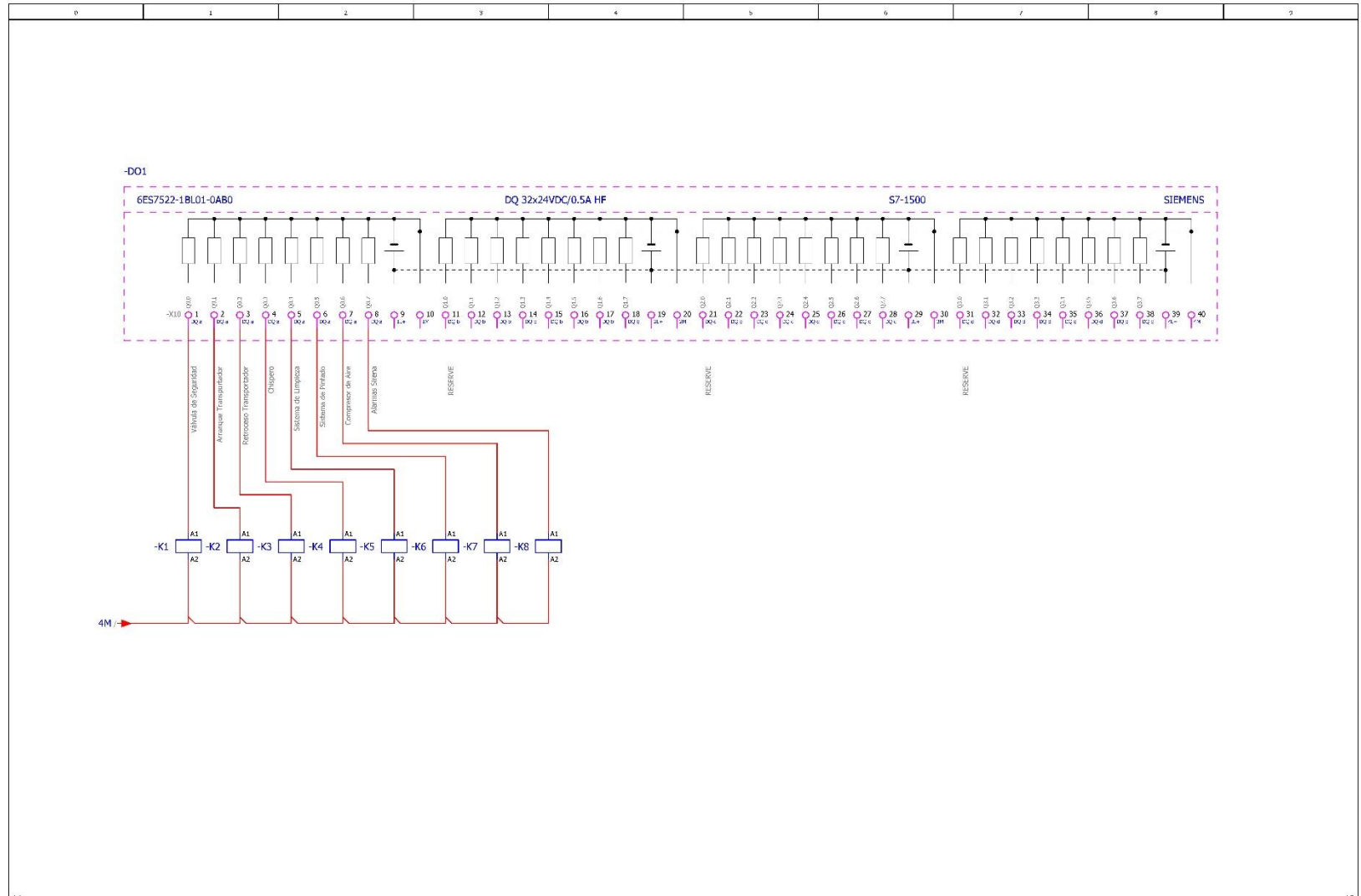
Fecha	20/11/2024
Resp.	EA
Probador	GG
Original	

Tablero de Control y Automatización	
Sustitución por	Sustituido por



Circuitos de Entradas Digitales		=
		+
IFC_bp003	Hoja	11
	Página	11 / 14

12



11

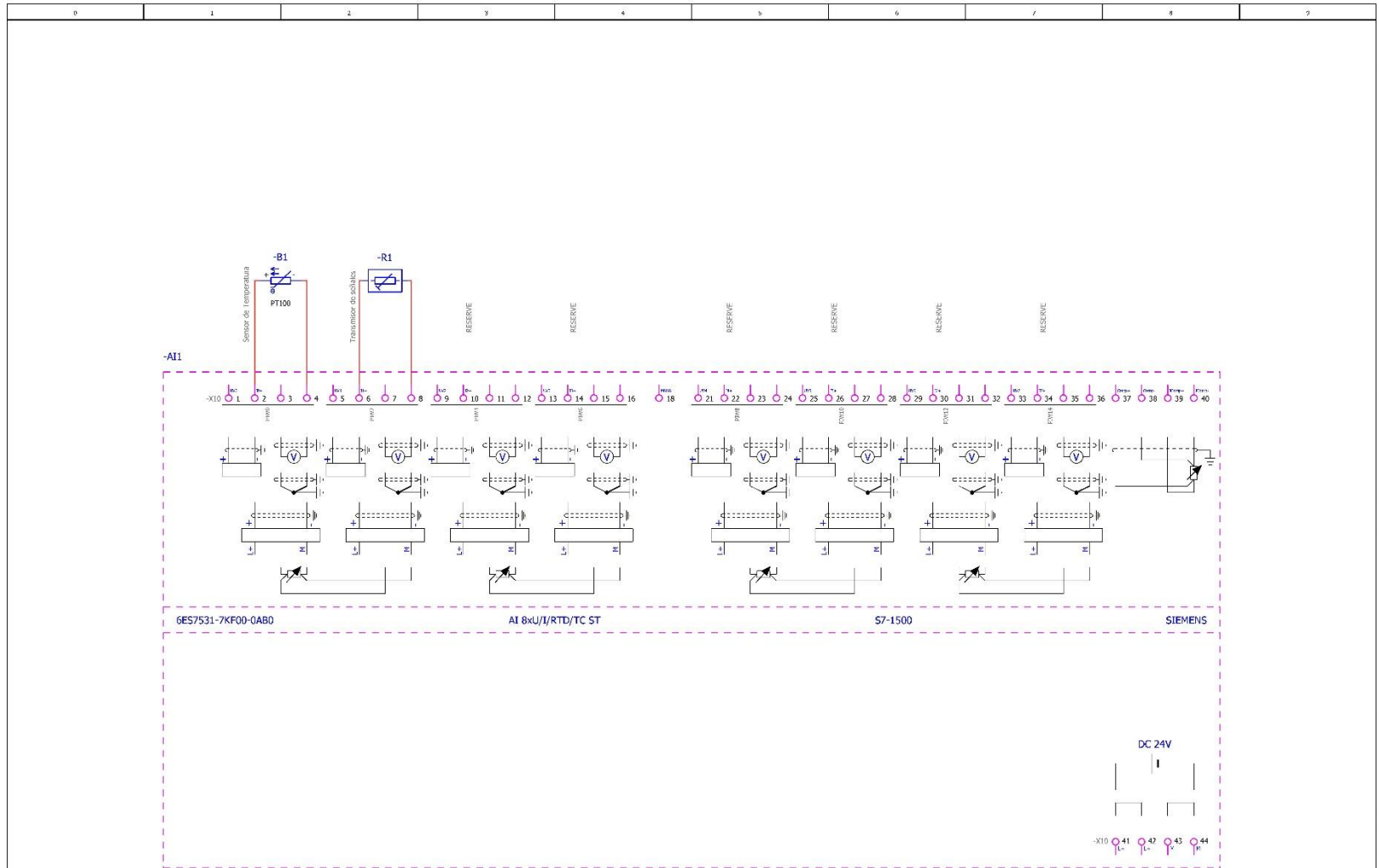
13

Fecha	20/11/2024
Resp.	EA
Prebado	GG
Cambio	Fecha
	Nombre
	Original

Tablero de Control y Automatización	
Sustitución por	Sustituido por



Circuitos de Salidas Digitales		=
		+
IFC_tp003	Hoja	12
	Página	12 / 14



12		Fecha	20/11/2024
		Resp.	EA
		Prebado	GG
Cambio	Fecha	Nombre	Original

Tablero de Control y Automatización

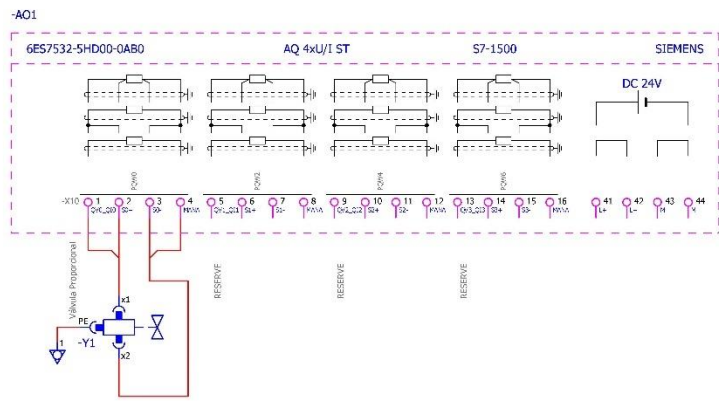
Sustitución por: _____

Sustituido por: _____



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Circuitos de Entradas Analógicas		=
		+
	IEC_tp003	Hoja 13
		Página 13 / 14



13

			Fecha	20/1/2024	 	Circuitos de Salidas Analógicas	=
			Resp.	EA			+
			Prubado	GG		Tablero de Control y Automatización	
Cambio	Fecha	Nombre	Original		Sustitución por	Sustituido por	
							Hoja 14 Página 14 / 14

12.3 Programación en software TIA PORTAL.

Totally Integrated Automation Portal					
HMI_1 [KTP700 Basic PN]					
Configuración de runtime					
General					
Imagen inicial	Pantalla_Principal	Plantilla predeterminada		Estilo estándar del proyecto	Activada
Estilo del panel de operador	WinCC Dark V 1.0.1	Adaptar el tamaño de fuente al estilo	Activada	Resolución de la pantalla	800; 480
ID del proyecto	0	Idioma de archivado	Idioma de arranque		
Servicios					
Sm@rtAccess o servicio: Iniciar Sm@rtServer		Desactivado			
Imágenes					
Selección de bits para listas de textos y gráficos	Off	Tamaño de pictograma definido por el usuario	Desactivado	x,y:	72; 51
Modo de desplazamiento	Barra de desplazamiento				
Teclado					
Utilizar teclado de pantalla	Activada	Soltar botón al salir	Desactivado	Desactivar las teclas de función del cuadro de diálogo	Desactivado
Avisos					
Avisos del controlador					
Desbordamiento del búfer	10 %	Grupos de acuse de recibo	QGR	Utilizar color de la categoría	Desactivado
Utilizar textos de ayuda para diagnóstico del sistema	Activada	Duración de los avisos de sistema	2 segundos	PersistentAlarmBuffer	Activada
Conexión	HMI_Conexión_1				
Administración de usuarios					
Activar límite de intentos de inicio de sesión	Activada	Intentos no válidos de inicio de sesión	3	Inicio de sesión con contraseña	Desactivado
Derechos específicos de grupo	Desactivado	Caducidad de la contraseña	Desactivado	Vigencia	90
Tiempo de advertencia	7	Generaciones de contraseña	3	Un carácter especial como mínimo	Desactivado
Una cifra como mínimo	Desactivado	Longitud mínima de contraseña	3		
Idioma y fuente					
Predeterminar idioma de runtime		Inglés (EE.UU.)			
Inglés (EE.UU.)					
Runtime Idioma	Activada	Fuente fija 1	Tahoma	Fuente predeterminada	Tahoma, 13 Pixel
Fuente configurada 1					
Configuración de variables					
Reemplaza los separadores en cada subnivel de la ruta de la variable PLC:	Activada	Modo de compatibilidad: Ajustar '_' entre las variables PLC y el elemento del primer nivel.	Desactivado	Sustituir el carácter '.' si el nombre de la variable HMI se ha creado a partir del nombre de la variable PLC	Activada
Utilizar como carácter suplente '_'	Activada	Utilizar como carácter suplente ';'.	Desactivado	Sustituir los caracteres '[' y ']' si el nombre de la variable HMI se ha creado a partir del nombre de la variable PLC	Activada
Utilizar como caracteres suplentes '[' y ']'	Activada	Utilizar como caracteres suplentes '{' y '}'	Desactivado		
Configuración del prefijo 'PLC' del nombre de la variable HMI					
Conexión	HMI_Conexión_1	Nombre del PLC como prefijo del nombre de la variable HMI	Desactivado		

HMI_1 [KTP700 Basic PN] / Imágenes

Alarmas

Copia impresa de Alarmas



Nombre	Alarmas	Color de fondo	181; 182; 181	Color Cuadrícula	0; 0; 0
Número	8	Plantilla	Template_1	Tooltip	

Alarm view_1					
Tipo	Visor de avisos	Nombre	Alarm view_1	Posición X	2
Posición Y	2	Ancho	791	Altura	423
Nivel	0 - Nivel_0	Origen de los avisos	AlarmBuffer	Fuente Tabla	Tahoma, 15px

HMI_1 [KTP700 Basic PN] / Imágenes

Curado

Copia impresa de Curado



Nombre	Curado	Color de fondo	181; 182; 181	Color Cuadrícula	0; 0; 0
Número	4	Plantilla	Template_1	Tooltip	

Graphic view_6

Tipo	Visor de gráficos	Nombre	Graphic view_6	Posición X	538
Posición Y	167	Ancho	211	Altura	213
Nivel	0 - Nivel_0	Gráfico	Graphic_3	Adaptar gráfico al tamaño del objeto	Extender imagen

Graphic view_7

Tipo	Visor de gráficos	Nombre	Graphic view_7	Posición X	554
Posición Y	301	Ancho	135	Altura	33
Nivel	0 - Nivel_0	Gráfico	Graphic_57	Adaptar gráfico al tamaño del objeto	Extender imagen

Dinamizaciones/Visibilidad

Variable - Ciclo	Sensor_FlamaOk_OutValor -	Tipo de datos	Rango	Rango de inicio	1
Rango final	1	Define la visibilidad en función de los valores de proceso seleccionados.	Visible		

Rectangle_3

Tipo	Rectángulo	Nombre	Rectangle_3	Posición X	743
Posición Y	48	Ancho	15	Altura	15
Nivel	0 - Nivel_0	Color de fondo	222; 219; 222	Color Borde	24; 28; 49

Dinamizaciones/Apariencia

Variable - Ciclo	ArranqueHorno_DB_Arrancar_PID -	Tipo de datos	Rango	Rango	0..0
Color de primer plano	24; 28; 49	Color de fondo	217; 217; 217	Parpadeo	No
Rango	1..1	Color de primer plano	24; 28; 49	Color de fondo	0; 255; 0
Parpadeo	No				

Text field_7

Tipo	Campo de texto	Nombre	Text field_7	Posición X	601
Posición Y	49	Ancho	40	Altura	17
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 11px	Texto	PID ON

Rectangle_7

Tipo	Rectángulo	Nombre	Rectangle_7	Posición X	666
Posición Y	163	Ancho	22	Altura	12
Nivel	0 - Nivel_0	Color de fondo	222; 219; 222	Color Borde	24; 28; 49

Dinamizaciones/Apariencia

Variable - Ciclo	SensorPosCurado_Estado -	Tipo de datos	Rango	Rango	0..0
Color de primer plano	24; 28; 49	Color de fondo	217; 217; 217	Parpadeo	No
Rango	1..1	Color de primer plano	24; 28; 49	Color de fondo	0; 255; 0
Parpadeo	No				

Text field_11

Tipo	Campo de texto	Nombre	Text field_11	Posición X	689
Posición Y	159	Ancho	38	Altura	17
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 11px	Texto	Sensor

HMI_1 [KTP700 Basic PN] / Imágenes

Enfriamiento

Copia impresa de Enfriamiento



Nombre	Enfriamiento	Color de fondo	181; 182; 181	Color Cuadrícula	0; 0; 0
Número	5	Plantilla	Template_1	Tooltip	

Campo de texto_1					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_1	Posición X	271
Posición Y	2	Ancho	321	Altura	31
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 19px, style=Bold, Italic	Texto	PROCESO DE ENFRIAMIENTO

Graphic view_11					
Tipo	Visor de gráficos	Nombre	Graphic view_11	Posición X	548
Posición Y	213	Ancho	223	Altura	174
Nivel	0 - Nivel_0	Gráfico	Graphic_3	Adaptar gráfico al tamaño del objeto	Extender imagen

Rectangle_4					
Tipo	Rectángulo	Nombre	Rectangle_4	Posición X	736
Posición Y	233	Ancho	15	Altura	15
Nivel	0 - Nivel_0	Color de fondo	222; 219; 222	Color Borde	24; 28; 49

Dinamizaciones/Apariencia					
Variable - Ciclo	Motor_Enfriamiento_OutMotor -	Tipo de datos	Rango	Rango	0..0
Color de primer plano	24; 28; 49	Color de fondo	217; 217; 217	Parpadeo	No
Rango	1..1	Color de primer plano	24; 28; 49	Color de fondo	0; 255; 0
Parpadeo	No				

Text field_8					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Text field_8	Posición X	712
Posición Y	233	Ancho	24	Altura	17
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 11px	Texto	Run

Rectangle_8					
Tipo	Rectángulo	Nombre	Rectangle_8	Posición X	661
Posición Y	211	Ancho	38	Altura	8
Nivel	0 - Nivel_0	Color de fondo	222; 219; 222	Color Borde	24; 28; 49

Dinamizaciones/Apariencia					
Variable - Ciclo	SensorPosEnfriado_Estado -	Tipo de datos	Rango	Rango	0..0
Color de primer plano	24; 28; 49	Color de fondo	217; 217; 217	Parpadeo	No
Rango	1..1	Color de primer plano	24; 28; 49	Color de fondo	0; 255; 0
Parpadeo	No				

Text field_12					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Text field_12	Posición X	699
Posición Y	207	Ancho	58	Altura	17
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 11px	Texto	Sensor Pos

Graphic view_13					
Tipo	Visor de gráficos	Nombre	Graphic view_13	Posición X	568
Posición Y	267	Ancho	173	Altura	20
Nivel	0 - Nivel_0	Gráfico	Graphic_18	Adaptar gráfico al tamaño del objeto	Extender imagen

Dinamizaciones/Visibilidad					
Variable - Ciclo	Motor_Enfriamiento_OutEstado -	Tipo de datos	Rango	Rango de inicio	1

HMI_1 [KTP700 Basic PN] / Imágenes

Limpeza

Copia impresa de Limpeza



Nombre	Limpeza	Color de fondo	181; 182; 181	Color Cuadrícula	0; 0; 0
Número	2	Plantilla	Template_1	Tooltip	

Campo de texto_1

Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_1	Posición X	223
Posición Y	6	Ancho	385	Altura	31
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 19px, style=Bold, Italic	Texto	ETAPA DE LIMPIEZA

Rectangle_1

Tipo	Rectángulo	Nombre	Rectangle_1	Posición X	736
Posición Y	225	Ancho	15	Altura	15
Nivel	0 - Nivel_0	Color de fondo	222; 219; 222	Color Borde	24; 28; 49

Dinamizaciones/Apariencia

Variable - Ciclo	Ventilador_Limpeza_OutMotor -	Tipo de datos	Rango	Rango	0..0
Color de primer plano	24; 28; 49	Color de fondo	217; 217; 217	Parpadeo	No
Rango	1..1	Color de primer plano	24; 28; 49	Color de fondo	0; 255; 0
Parpadeo	No				

Text field_5

Tipo	Campo de texto	Nombre	Text field_5	Posición X	711
Posición Y	225	Ancho	24	Altura	17
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 11px	Texto	Run

Graphic/I/O field_2

Tipo	Campo ES gráfico	Nombre	Graphic I/O field_2	Posición X	699
Posición Y	290	Ancho	37	Altura	42
Nivel	0 - Nivel_0	Modo	Salida	Lista de gráficos	Ventilador_Limpeza

Dinamizaciones/Conexión de variable

Nombre de la propiedad	Valor de proceso	Variable	Ventilador_Limpeza_OutEstado
------------------------	------------------	----------	------------------------------

Dinamizaciones/Apariencia

Variable - Ciclo	Ventilador_Limpeza_OutEstado -	Tipo de datos	Rango	Rango	0..0
Color de primer plano	0; 0; 0	Color de fondo	173; 174; 181	Parpadeo	Si
Rango	1..1	Color de primer plano	0; 0; 0	Color de fondo	173; 174; 181
Parpadeo	Si				

Graphic/I/O field_3

Tipo	Campo ES gráfico	Nombre	Graphic I/O field_3	Posición X	570
Posición Y	290	Ancho	37	Altura	42
Nivel	0 - Nivel_0	Modo	Salida	Lista de gráficos	Ventilador_Limpeza

Dinamizaciones/Conexión de variable

Nombre de la propiedad	Valor de proceso	Variable	Ventilador_Limpeza_OutEstado
------------------------	------------------	----------	------------------------------

Dinamizaciones/Apariencia

Variable - Ciclo	Ventilador_Limpeza_OutEstado -	Tipo de datos	Rango	Rango	0..0
Color de primer plano	0; 0; 0	Color de fondo	173; 174; 181	Parpadeo	Si
Rango	1..1	Color de primer plano	0; 0; 0	Color de fondo	173; 174; 181
Parpadeo	Si				

Rectangle_5

Tipo	Rectángulo	Nombre	Rectangle_5	Posición X	673
Posición Y	203	Ancho	38	Altura	8

HMI_1 [KTP700 Basic PN] / Imágenes

PID

Copia impresa de PID



Nombre	PID	Color de fondo	181; 182; 181	Color Cuadrícula	0; 0; 0
Número	6	Plantilla	Template_1	Tooltip	

Campo de texto_1					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_1	Posición X	188
Posición Y	0	Ancho	432	Altura	31
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 19px, style=Bold, Italic	Texto	CALIBRACIÓN Y CONTROL DE BLOQUE PID

Line_1					
Tipo	Línea	Nombre	Line_1	Posición X	390
Posición Y	37	Ancho	0	Altura	370
Nivel	0 - Nivel_0	Grosor de línea	1	Color	24; 28; 49
Color de fondo	255; 255; 255				

Campo de texto_2					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_2	Posición X	10
Posición Y	29	Ancho	380	Altura	31
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold, Italic	Texto	CALIBRACIÓN DE SENSOR DE TEMPERATURA

Campo de texto_3					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_3	Posición X	10
Posición Y	66	Ancho	380	Altura	31
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 12px, style=Bold, Italic	Texto	VALOR DE ENTRADA

I/O field_1					
Tipo	Campo ES	Nombre	I/O field_1	Posición X	163
Posición Y	66	Ancho	131	Altura	29
Nivel	0 - Nivel_0	Modo	Salida	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold
Dinamizaciones/Conexión de variable					
Nombre de la propiedad	Valor de proceso	Variable	IW4_Valor		

Line_2					
Tipo	Línea	Nombre	Line_2	Posición X	10
Posición Y	100	Ancho	372	Altura	0
Nivel	0 - Nivel_0	Grosor de línea	1	Color	24; 28; 49
Color de fondo	255; 255; 255				

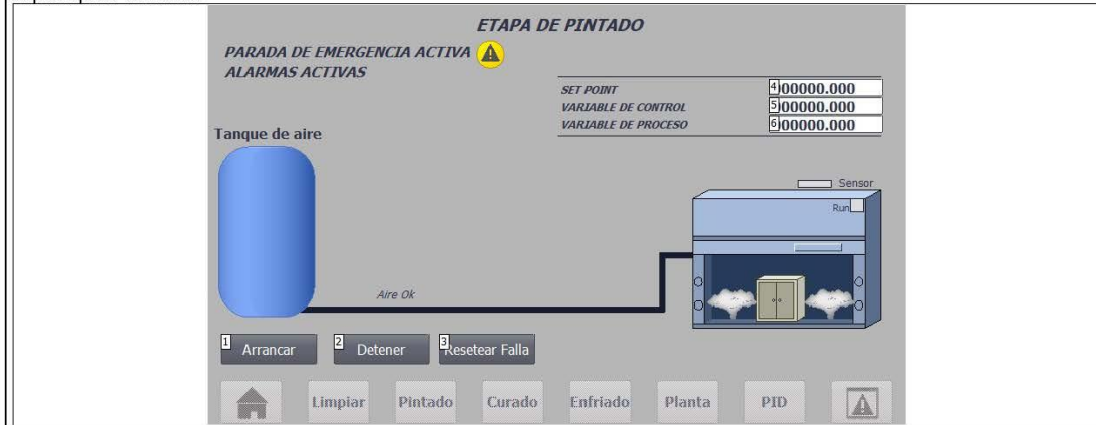
Campo de texto_6					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_6	Posición X	12
Posición Y	102	Ancho	239	Altura	31
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 12px, style=Bold, Italic	Texto	ESCALA MÍNIMA

I/O field_4					
Tipo	Campo ES	Nombre	I/O field_4	Posición X	252
Posición Y	106	Ancho	131	Altura	20
Nivel	0 - Nivel_0	Modo	Entrada/salida	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold

HMI_1 [KTP700 Basic PN] / Imágenes

Pintado

Copia impresa de Pintado



Nombre	Pintado	Color de fondo	181; 182; 181	Color Cuadrícula	0; 0; 0
Número	3	Plantilla	Template_1	Tooltip	

Graphic view_3

Tipo	Visor de gráficos	Nombre	Graphic view_3	Posición X	626
Posición Y	307	Ancho	60	Altura	57
Nivel	0 - Nivel_0	Gráfico	Graphic_5	Adaptar gráfico al tamaño del objeto	Extender imagen

Dinamizaciones/Visibilidad					
Variable - Ciclo	SensorPosPintado_OutValor -	Tipo de datos	Rango	Rango de inicio	1
Rango final	1	Define la visibilidad en función de los valores de proceso seleccionados.	Visible		

Button_2

Tipo	Botón	Nombre	Button_2	Posición X	15
Posición Y	376	Ancho	110	Altura	35
Modo	Texto	Texto OFF	Arrancar	Texto ON	Text

Dinamizaciones/Evento					
Nombre de evento	Pulsar				

Lista de funciones/ActivarBitMientrasTeclaPulsada

Variable	Secuencia_DB_Arrancar	Bit	0
----------	-----------------------	-----	---

Button_3

Tipo	Botón	Nombre	Button_3	Posición X	144
Posición Y	376	Ancho	110	Altura	35
Modo	Texto	Texto OFF	Detener	Texto ON	Text

Dinamizaciones/Evento					
Nombre de evento	Pulsar				

Lista de funciones/ActivarBitMientrasTeclaPulsada

Variable	Secuencia_DB_Detener	Bit	0
----------	----------------------	-----	---

Button_4

Tipo	Botón	Nombre	Button_4	Posición X	265
Posición Y	376	Ancho	110	Altura	35
Modo	Texto	Texto OFF	Resetear Falla	Texto ON	Text

Dinamizaciones/Evento					
Nombre de evento	Pulsar				

Lista de funciones/ActivarBitMientrasTeclaPulsada

Variable	ArranqueHorno_DB_Resetear_Falla	Bit	0
----------	---------------------------------	-----	---

Lista de funciones/ActivarBitMientrasTeclaPulsada

Variable	ControlPID_DB_Reset	Bit	0
----------	---------------------	-----	---

HMI_1 [KTP700 Basic PN] / Imágenes

Planta

Copia impresa de Planta



Nombre	Planta	Color de fondo	181; 182; 181	Color Cuadrícula	0; 0; 0
Número	7	Plantilla	Template_1	Tooltip	

Graphic view_2					
Tipo	Visor de gráficos	Nombre	Graphic view_2	Posición X	20
Posición Y	311	Ancho	104	Altura	97
Nivel	0 - Nivel_0	Gráfico	Graphic_3	Adaptar gráfico al tamaño del objeto	Extender imagen

Graphic view_1					
Tipo	Visor de gráficos	Nombre	Graphic view_1	Posición X	210
Posición Y	311	Ancho	104	Altura	97
Nivel	0 - Nivel_0	Gráfico	Graphic_3	Adaptar gráfico al tamaño del objeto	Extender imagen

Graphic view_6					
Tipo	Visor de gráficos	Nombre	Graphic view_6	Posición X	400
Posición Y	311	Ancho	104	Altura	97
Nivel	0 - Nivel_0	Gráfico	Graphic_3	Adaptar gráfico al tamaño del objeto	Extender imagen

Graphic view_7					
Tipo	Visor de gráficos	Nombre	Graphic view_7	Posición X	408
Posición Y	356	Ancho	25	Altura	33
Nivel	0 - Nivel_0	Gráfico	Graphic_9	Adaptar gráfico al tamaño del objeto	Extender imagen

Dinamizaciones/Visibilidad					
Variable - Ciclo	Sensor_FlamaOk_OutValor -	Tipo de datos	Rango	Rango de inicio	1
Rango final	1	Define la visibilidad en función de los valores de proceso seleccionados.	Visible		

Graphic view_8					
Tipo	Visor de gráficos	Nombre	Graphic view_8	Posición X	463
Posición Y	367	Ancho	25	Altura	33
Nivel	0 - Nivel_0	Gráfico	Graphic_10	Adaptar gráfico al tamaño del objeto	Extender imagen

Dinamizaciones/Visibilidad					
Variable - Ciclo	Sensor_FlamaOk_OutValor -	Tipo de datos	Rango	Rango de inicio	1
Rango final	1	Define la visibilidad en función de los valores de proceso seleccionados.	Visible		

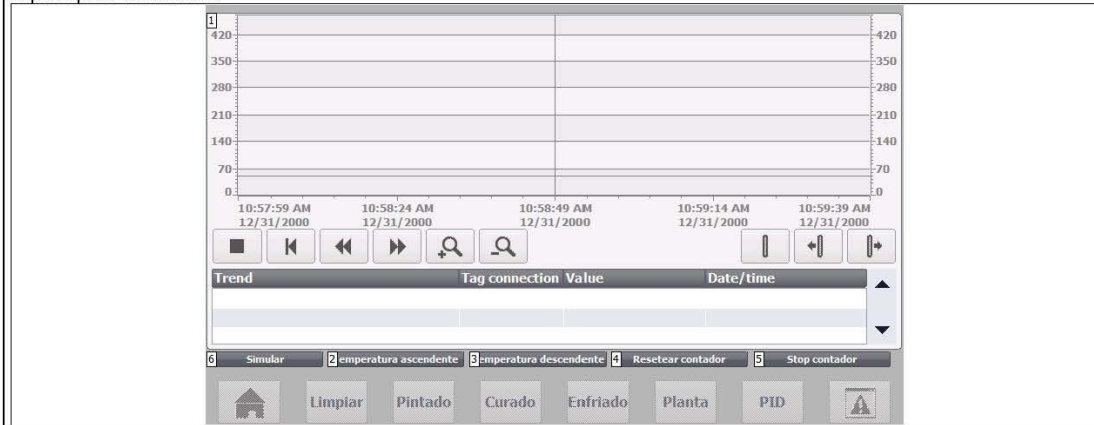
Graphic view_11					
Tipo	Visor de gráficos	Nombre	Graphic view_11	Posición X	619
Posición Y	311	Ancho	104	Altura	97
Nivel	0 - Nivel_0	Gráfico	Graphic_3	Adaptar gráfico al tamaño del objeto	Extender imagen

Text field_1					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Text field_1	Posición X	33

HMI_1 [KTP700 Basic PN] / Imágenes

Tendencia

Copia impresa de Tendencia



Nombre	Tendencia	Color de fondo	181; 182; 181	Color Cuadrícula	0; 0; 0
Número	9	Plantilla	Template_1	Tooltip	

Trend view_1					
Tipo	Visor de curvas	Nombre	Trend view_1	Posición X	1
Posición Y	8	Ancho	797	Altura	386
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente Rotulación del eje	Tahoma, 13px, style=Bold	Número de entradas visibles	3

Button_1					
Tipo	Botón	Nombre	Button_1	Posición X	139
Posición Y	396	Ancho	157	Altura	18
Modo	Texto	Texto OFF	Temperatura ascendente	Texto ON	Text

Dinamizaciones\Evento					
Nombre de evento	Pulsar				

Lista de funciones\ActivarBitMientrasTeclaPulsada					
Variable	SimularTemp_DB_cont-asc	Bit	0		

Button_2					
Tipo	Botón	Nombre	Button_2	Posición X	302
Posición Y	396	Ancho	157	Altura	18
Modo	Texto	Texto OFF	Temperatura descendente	Texto ON	Text

Dinamizaciones\Evento					
Nombre de evento	Pulsar				

Lista de funciones\ActivarBitMientrasTeclaPulsada					
Variable	SimularTemp_DB_cont-des	Bit	0		

Button_3					
Tipo	Botón	Nombre	Button_3	Posición X	464
Posición Y	396	Ancho	157	Altura	18
Modo	Texto	Texto OFF	Resetear contador	Texto ON	Text

Dinamizaciones\Evento					
Nombre de evento	Pulsar				

Lista de funciones\ActivarBitMientrasTeclaPulsada					
Variable	SimularTemp_DB_reset	Bit	0		

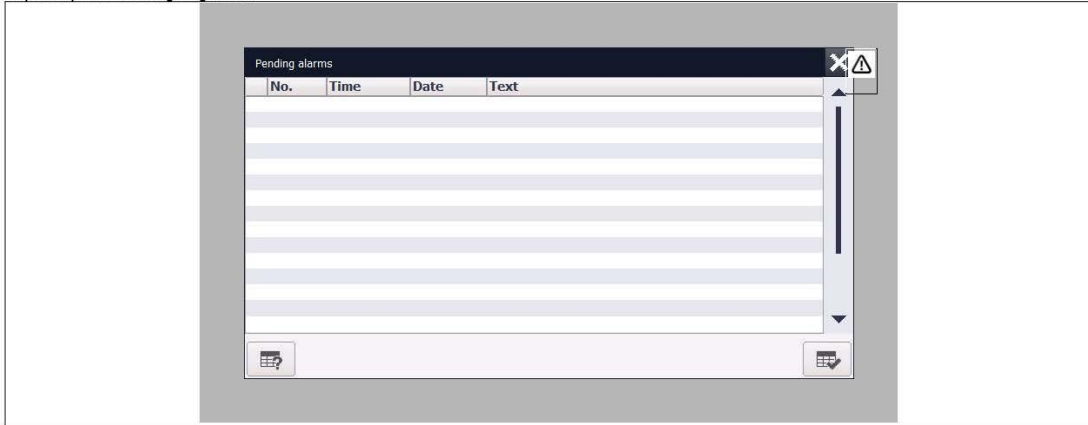
Button_4					
Tipo	Botón	Nombre	Button_4	Posición X	628
Posición Y	396	Ancho	157	Altura	18
Modo	Texto	Texto OFF	Stop contador	Texto ON	Text

Dinamizaciones\Evento					
Nombre de evento	Pulsar				

HMI_1 [KTP700 Basic PN] / Administración de imágenes

Imagen general

Copia impresa de Imagen general



Nombre	Imagen general	Color de fondo	181; 182; 181	Color Cuadrícula	0; 0; 0
--------	----------------	----------------	---------------	------------------	---------

Alarm window_Pending

Tipo	Ventana de avisos	Nombre	Alarm window_Pending	Posición X	50
Posición Y	50	Ancho	700	Altura	380
Origen de los avisos	AlarmBuffer				

Alarm indicator

Tipo	Indicador de avisos	Posición X	740	Posición Y	51
------	---------------------	------------	-----	------------	----

Dinamizaciones/Evento

Nombre de evento	Hacer clic
------------------	------------

Lista de funciones/MostrarVentanaDeAvisos

Nombre de objeto	Alarm window_Pending	Representación	Conmutar
------------------	----------------------	----------------	----------

Dinamizaciones/Evento

Nombre de evento	Hacer clic cuando parpadee
------------------	----------------------------

Lista de funciones/MostrarVentanaDeAvisos

Nombre de objeto	Alarm window_Pending	Representación	Conmutar
------------------	----------------------	----------------	----------

Totally Integrated Automation Portal											
PLC_Horno [CPU 1516-3 PN/DP]											
PLC_Horno											
GeneralInformación del proyecto											
Nombre	PLC_Horno	Autor	Programmer	Comentario							
Rack	0	Slot	1								
GeneralInformación de catálogo											
Nombre abreviado	CPU 1516-3 PN/DP	Descripción	CPU con display; memoria de trabajo 1 MB para código y 5 MB para datos; tiempo de operación con bits de 10 ns; concepto de protección de 4 niveles; funciones tecnológicas: Motion Control, regulación, conteo y medición; tracing; 1.* Interfaz: controlador PROFINET IO, soporta RT/IRT, Performance Upgrade PROFINET V2.3, 2 puertos, I-device, MRP, MRPD, protocolo de transporte TCP/IP, secure Open User Communication, comunicación S7, servidor web, cliente DNS, OPC UA: servidor DA, cliente DA, métodos, especificación companion; modo isócrono, routing; 2.* Interfaz: controlador PROFINET IO, soporta RT, I-device, protocolo de transporte TCP/IP, secure Open User Communication, comunicación S7, servidor web, cliente DNS, OPC UA: servidor DA, cliente DA, métodos, especificación companion; routing; 3.* Interfaz: maestro PROFIBUS DP, comunicación S7, modo isócrono, routing; opciones de runtime, firmware V2.6	Referencia	6ES7 516-3AN01-0A0						
Versión de firmware	V2.6										
GeneralIdentificación & Maintenance											
ID de la instalación		ID de situación		Fecha de instalación	2024-01-11 00:38:03.017						
Información adicional											
GeneralSumas de verificación											
Listas de textos	FA 70 E8 75 1D 5A 8E 29	Software	AA 8B CC C8 76 97 9E 68								
Recursos de conexión\											
	Recursos de la estación - Reservados - Máximo	Recursos de la estación - Reservados - Configurados	Recursos de la estación - Dinámicos - Configurados	Recursos del módulo - PLC_Horno [CPU 1516-3 PN/DP] - Configurados							
Número máximo de recursos:	Máximo	Configurados	Configurados	Configurados							
Comunicación PG:	4	-	118	128							
Comunicación HMI:	4	1	0	1							
Comunicación S7:	0	-	0	0							
Open User Communication:	0	-	0	0							
Comunicación web:	2	-	-	-							
Otros tipos de comunicación:	-	-	0	0							
Recursos utilizados en total:	-	1	0	1							
Recursos disponibles:	-	9	118	127							
Sinóptico de direcciones\Sinóptico de direcciones\Sinóptico de direcciones											
Entradas		Salidas		Huecos direcciones							
True		True		False							
Slot	Dir. desde	Dir. hasta	Módulo	IPP	OB	Nombre del dispositivo	Número de dispositivo	Tamaño	Sistema maestro/IO	Rack	Slot
S	0	3	DQ 32x24VDC/0.5A HF_1	Actualización automática	-	PLC_Horno [CPU 1516-3 PN/DP]	-	4 Bytes	-	0	3
I	4	19	AI 8xUI/RTD/TC ST_1	Actualización automática	-	PLC_Horno [CPU 1516-3 PN/DP]	-	16 Bytes	-	0	4
S	4	11	AQ 4xUI/ ST_1	Actualización automática	-	PLC_Horno [CPU 1516-3 PN/DP]	-	8 Bytes	-	0	5
I	0	3	DI 32x24VDC HF_1	Actualización automática	-	PLC_Horno [CPU 1516-3 PN/DP]	-	4 Bytes	-	0	2

PLC_Horno [CPU 1516-3 PN/DP] / Bloques de programa

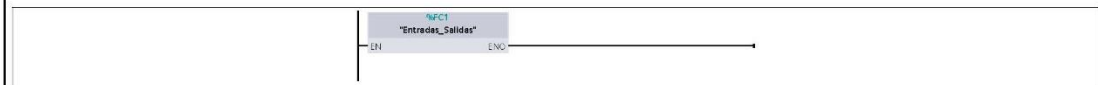
Main [OB1]

Main Propiedades							
General							
Nombre	Main	Número	1	Tipo	OB	Idioma	KOP
Numeración	Automático						

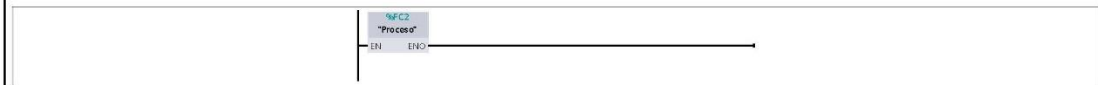
Información							
Título	"Main Program Sweep (Cycle)"	Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizado					

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
▼ Input		
Initial_Call	Bool	
Remanence	Bool	
Temp		
Constant		

Segmento 1:



Segmento 2:

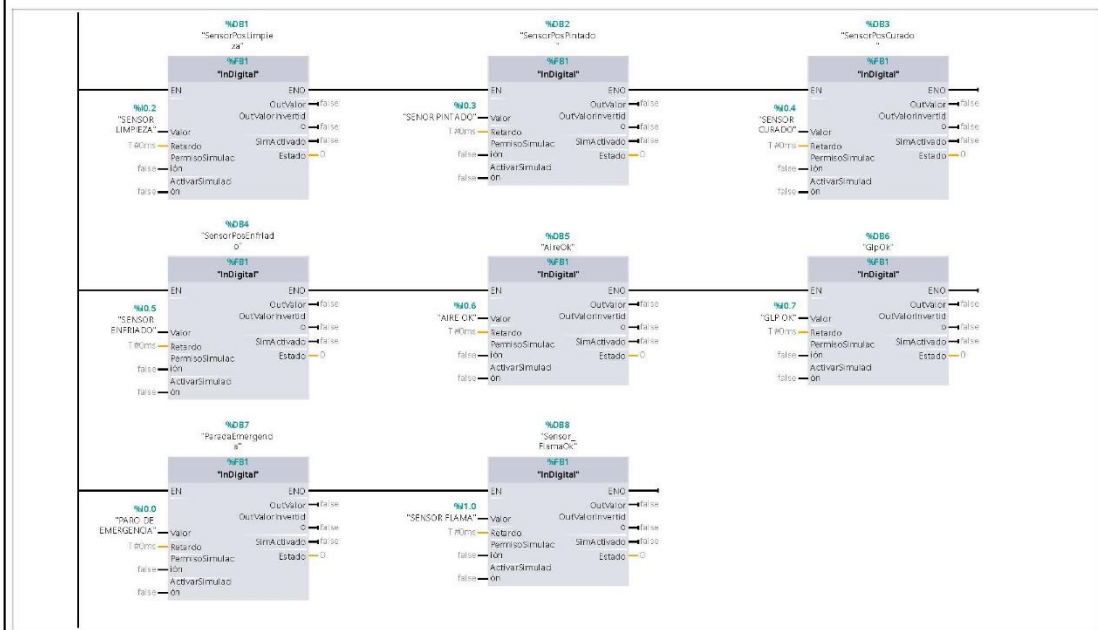


PLC_Horno [CPU 1516-3 PN/DP] / Bloques de programa

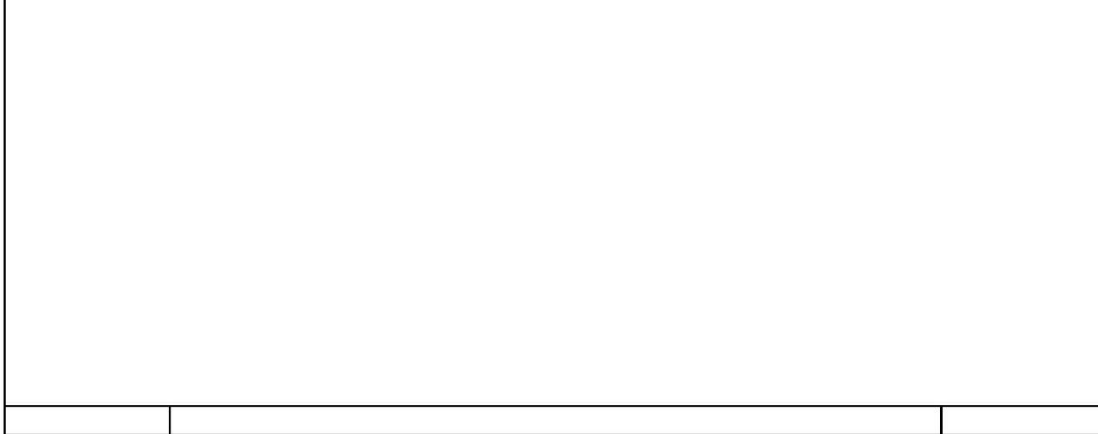
Entradas_Salidas [FC1]

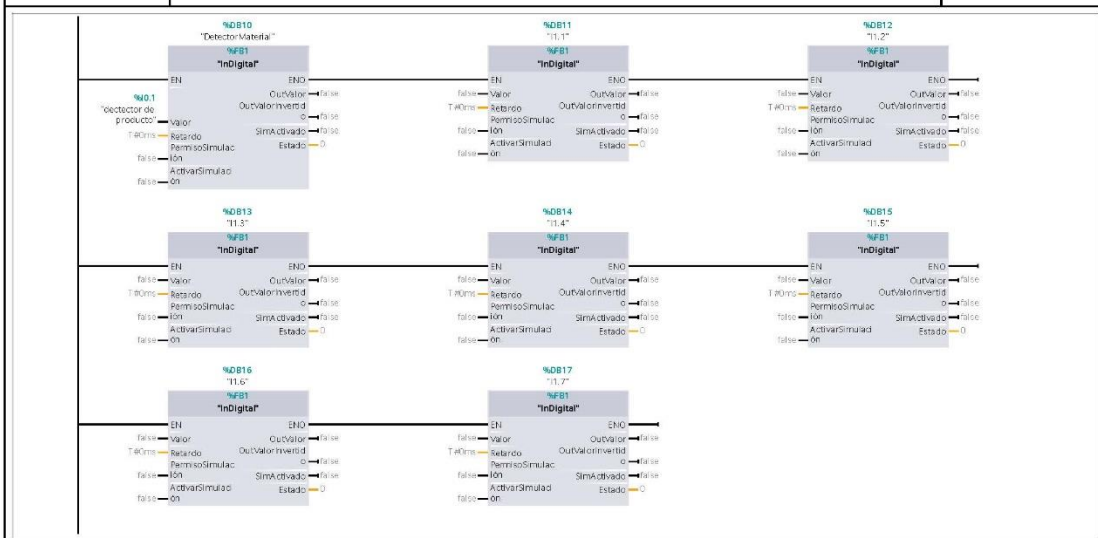
Entradas_Salidas Propiedades							
General							
Nombre	Entradas_Salidas	Número	1	Tipo	FC	Idioma	KOP
Numeración	Automático						
Información							
Título	Autor			Comentario		Familia	
Versión	0,1	ID personaliza-					
		do					
Nombre	Tipo de datos			Valor predet.			
Input							
Output							
InOut							
Temp							
Constant							
▼ Return							
Entradas_Salidas	Void						

Segmento 1: Byte 0 Entrada Digital

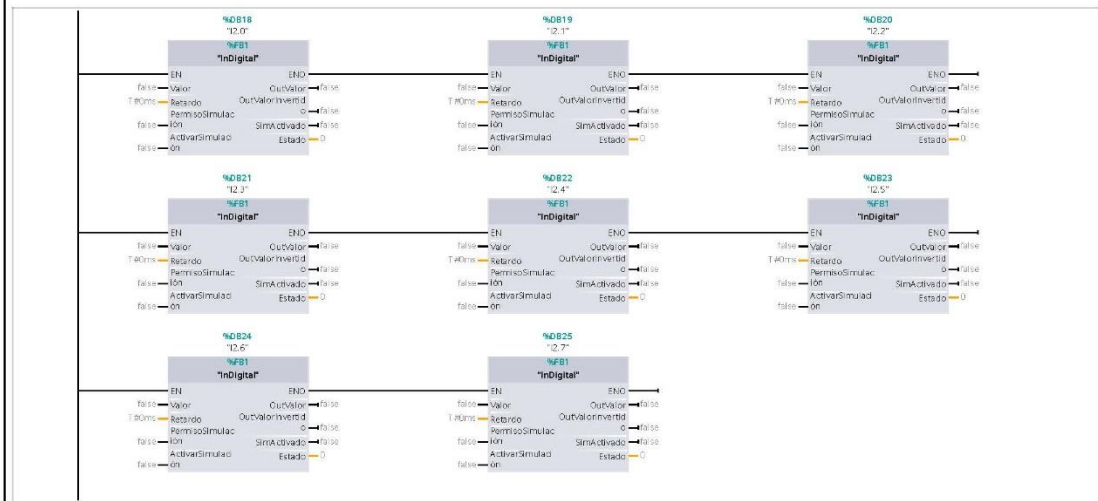


Segmento 2: Byte 1 Entrada Digital

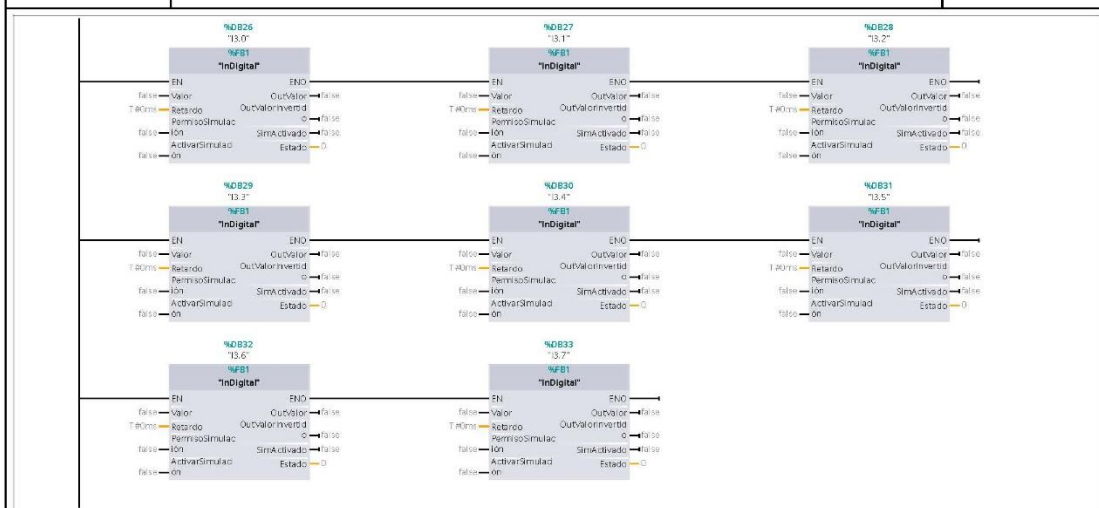




Segmento 3: Byte 2 Entrada Digital



Segmento 4: Byte 3 Entrada Digital



Segmento 5: Byte 4 Entrada Analógica

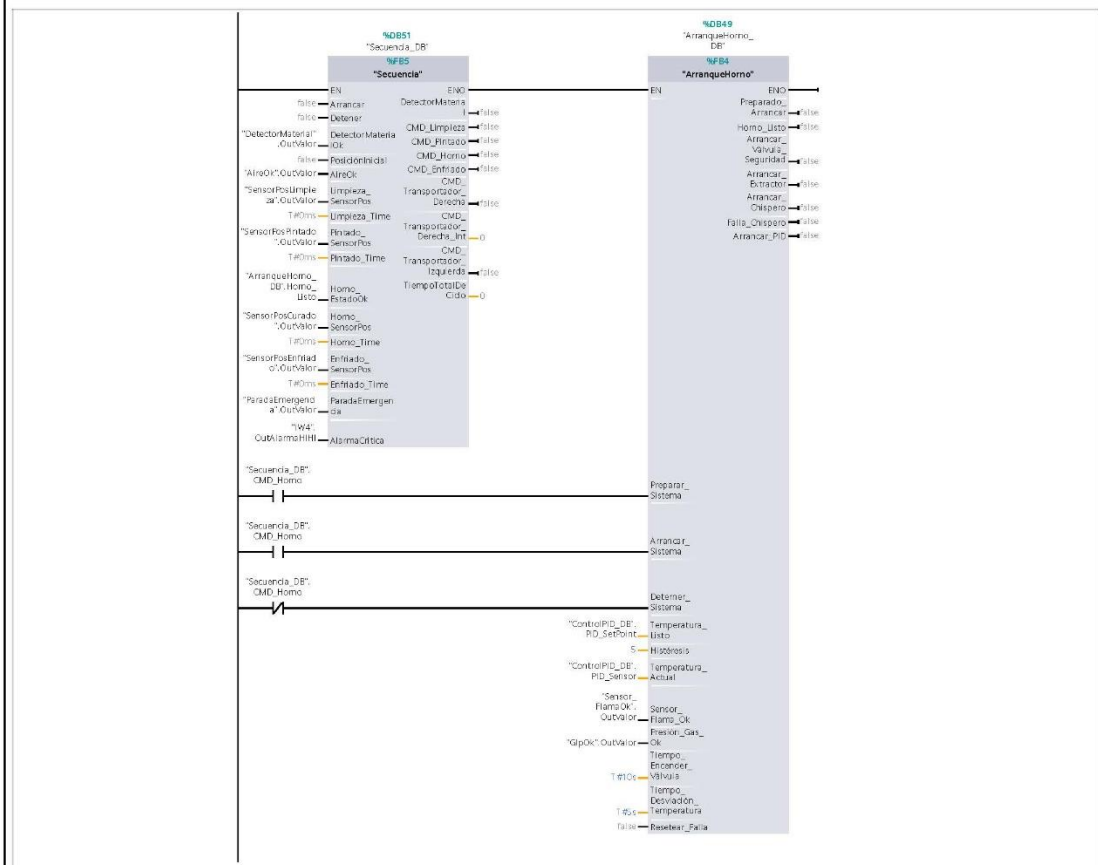


PLC_Horno [CPU 1516-3 PN/DP] / Bloques de programa

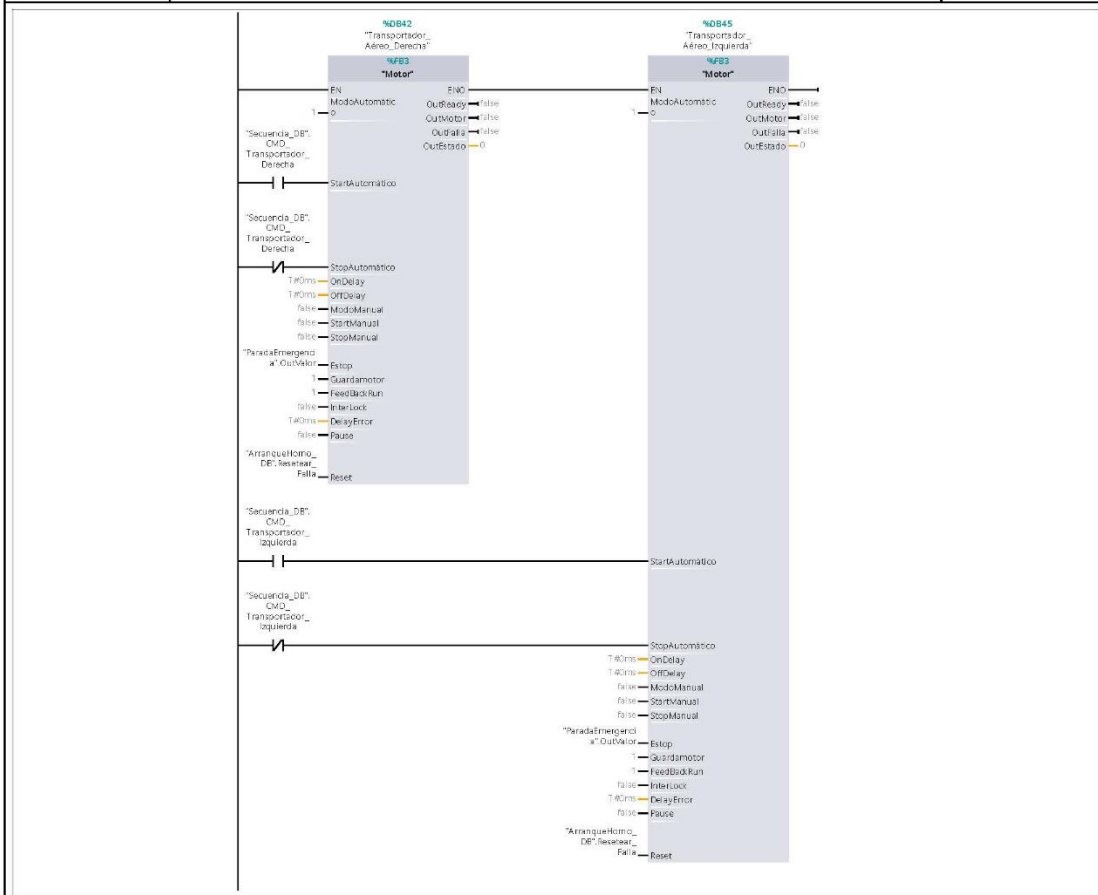
Proceso [FC2]

Proceso Propiedades							
General							
Nombre	Proceso	Número	2	Tipo	FC	Idioma	KOP
Numeración	Automático						
Información							
Título		Autor		Comentario		Familia	
Versión	0,1	ID personaliza-do					
Nombre	Tipo de datos	Valor predet.					
Input							
Output							
InOut							
Temp							
Constant							
▼ Return							
Proceso	Void						

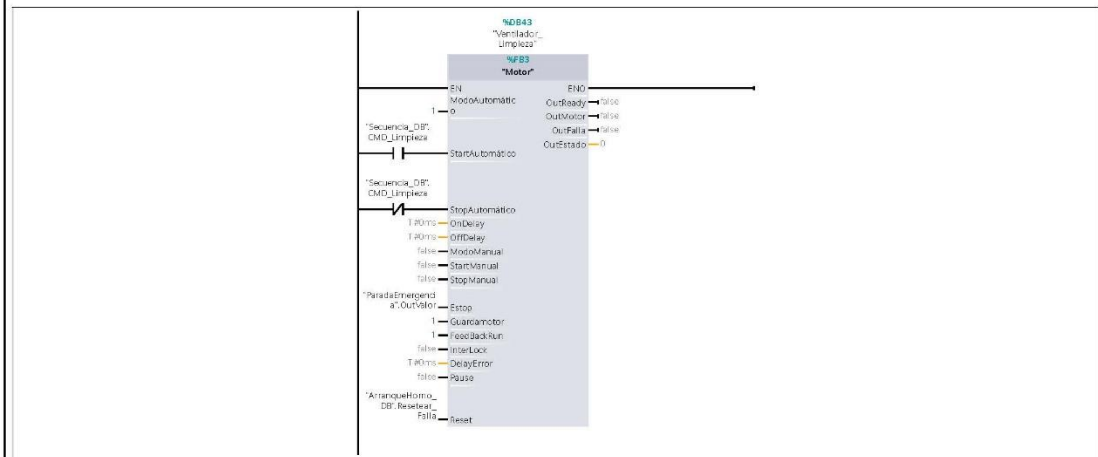
Segmento 1: Proceso de secuencia



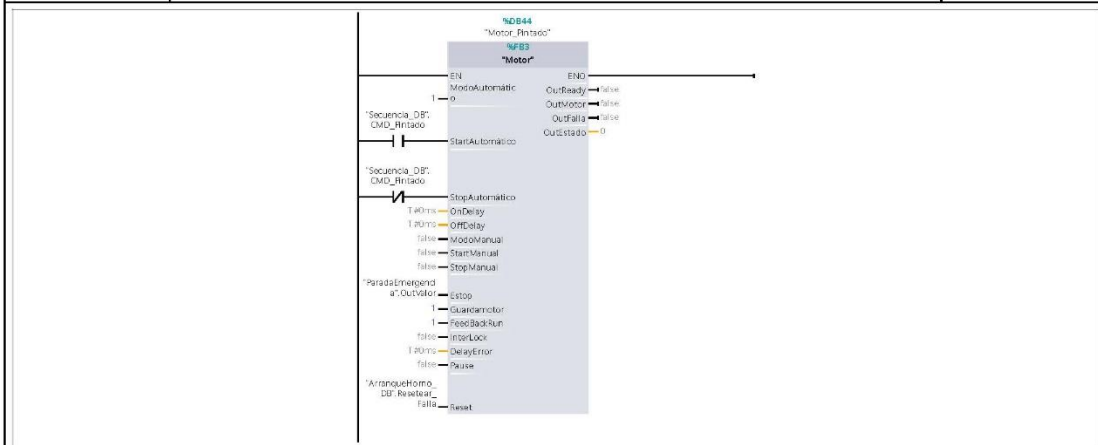
Segmento 2: Transportador Aéreo



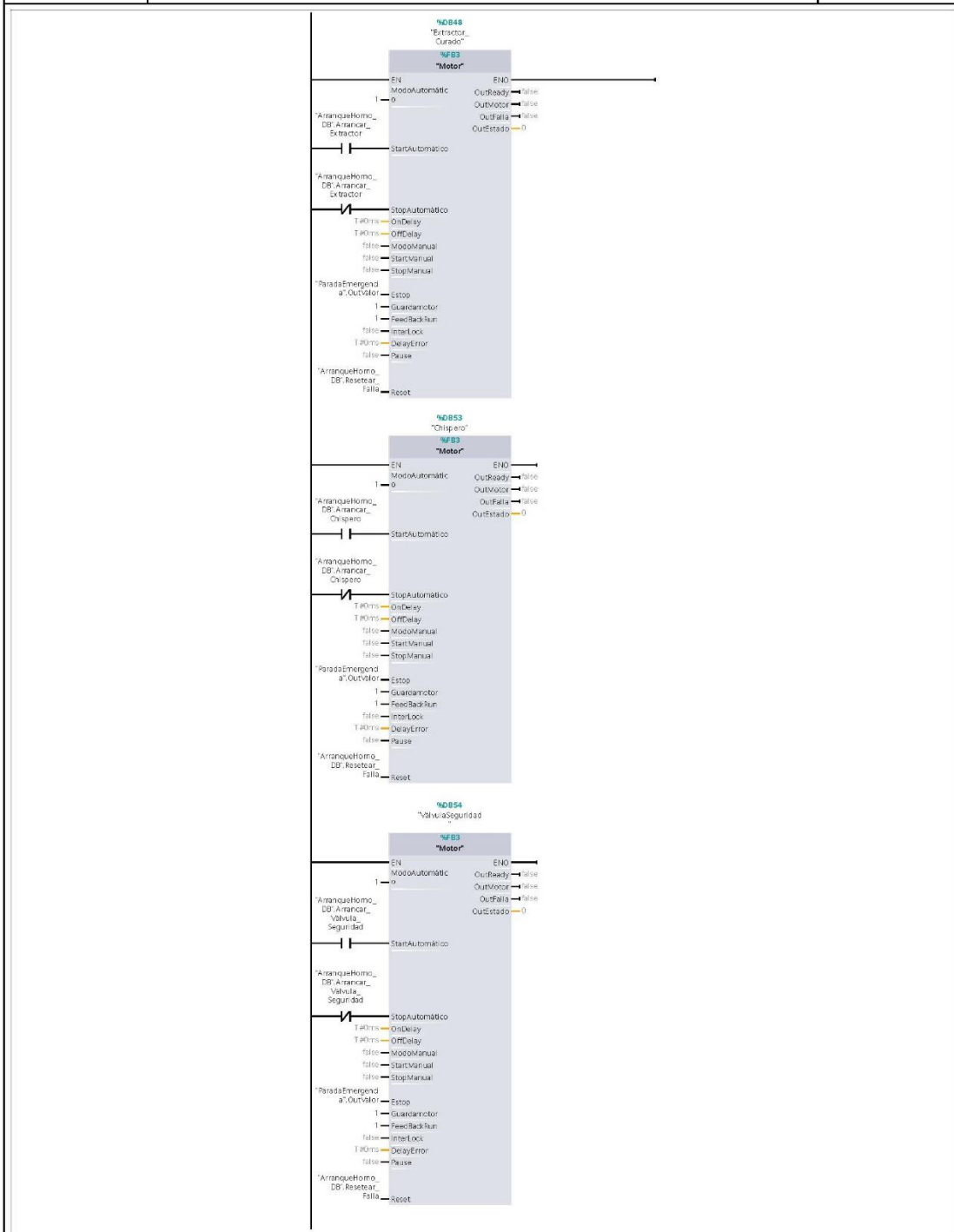
Segmento 3: Ventilador Limpieza



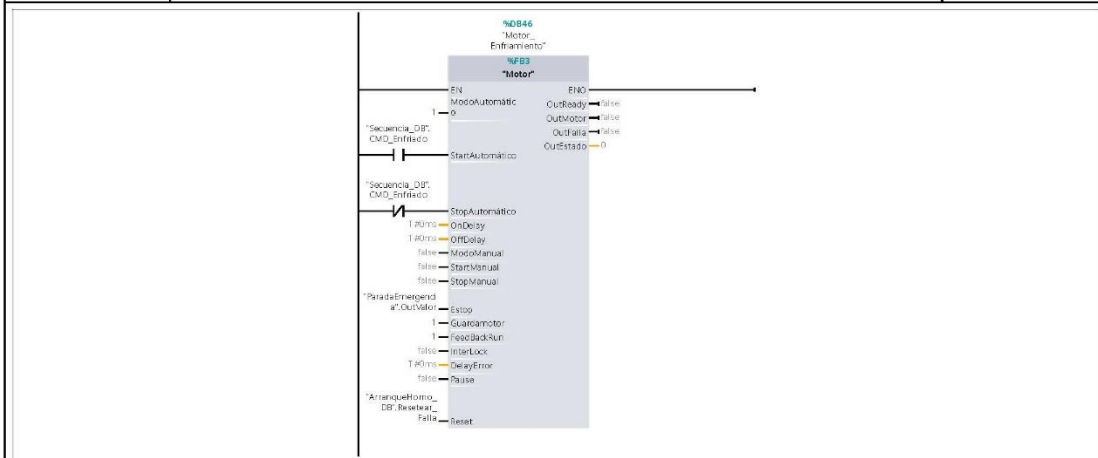
Segmento 4: Motor de pintado



Segmento 5: Proceso de curado

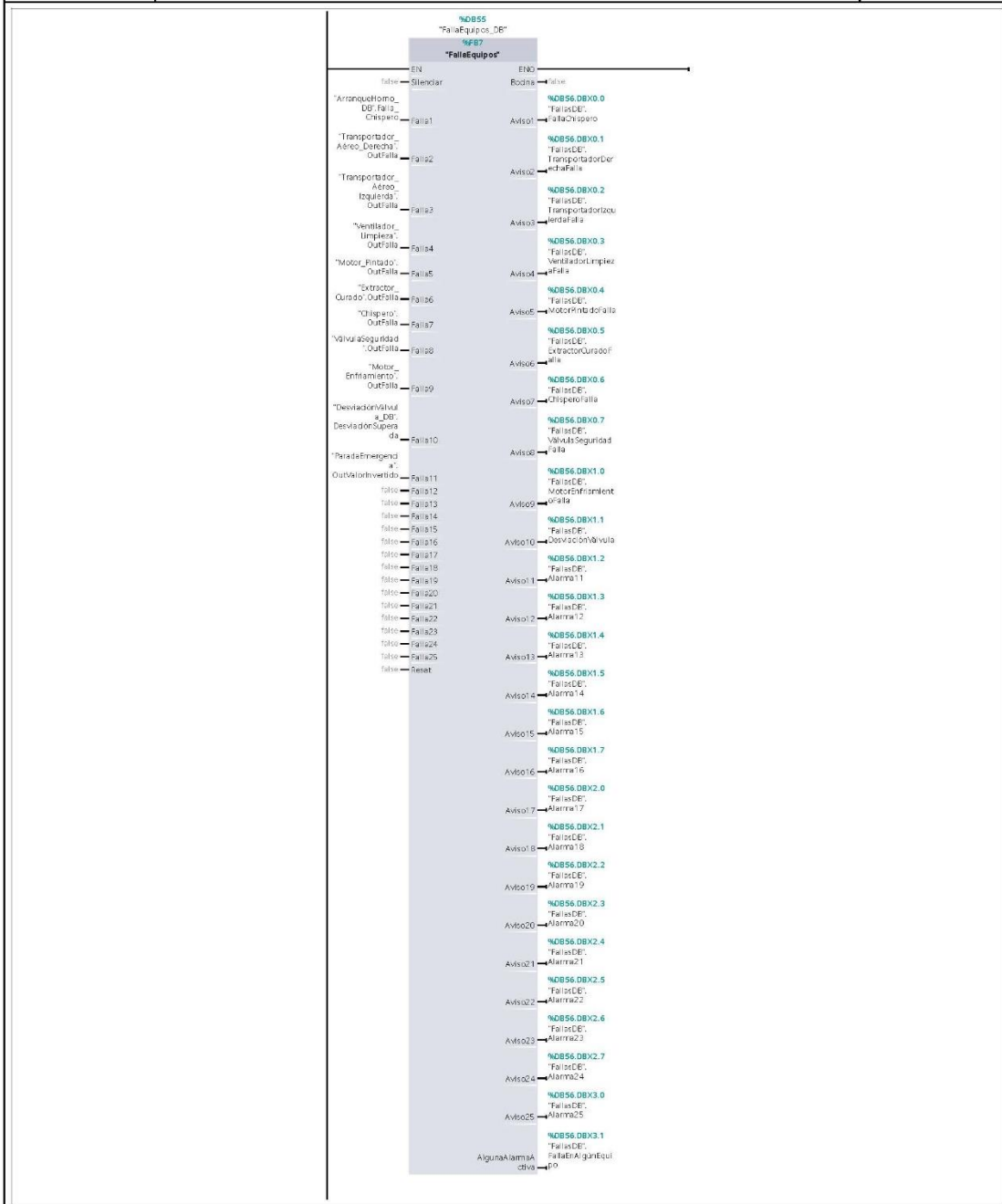


Segmento 6: Motor de enfriamiento



Segmento 7: Fallas de algún equipo





Segmento 8: Calcular desviación de la válvula

PLC_Horno [CPU 1516-3 PN/DP] / Bloques de programa

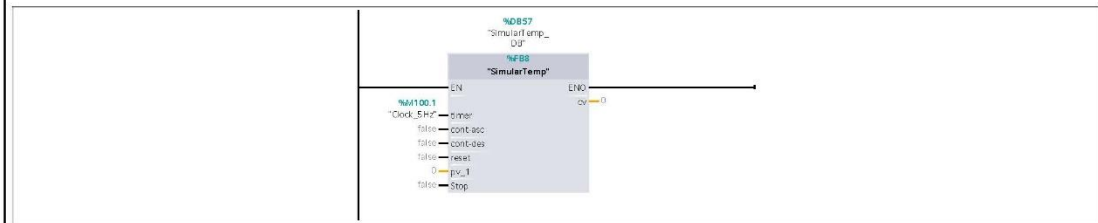
PID [OB30]

PID Propiedades

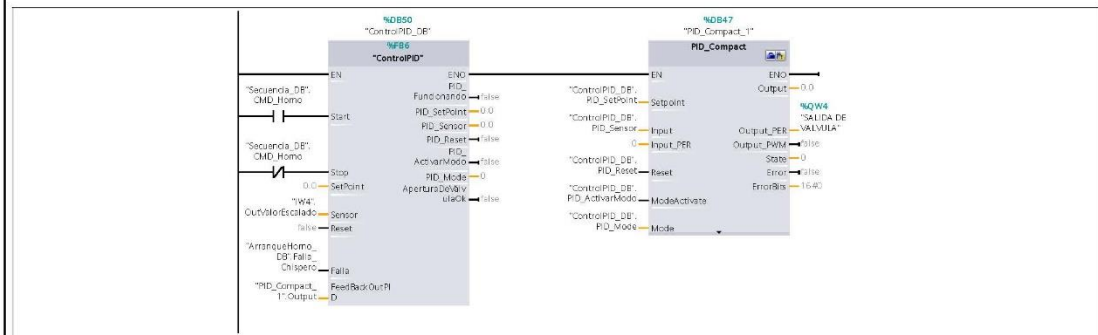
General							
Nombre	PID	Número	30	Tipo	OB	Idioma	KOP
Numeración	Automático						
Información							
Título		Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personaliza-do					

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
▼ Input		
Initial_Call	Bool	
Event_Count	Int	
Temp		
Constant		

Segmento 1:



Segmento 2:

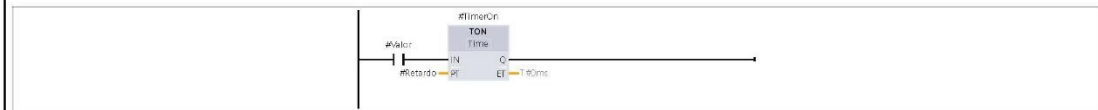


PLC_Horno [CPU 1516-3 PN/DP] / Bloques de programa / Entradas Digitales

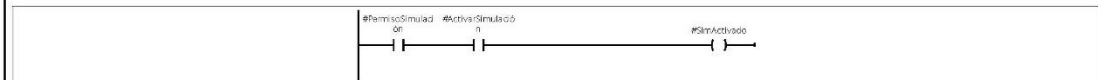
InDigital [FB1]

InDigital Propiedades			
General			
Nombre	InDigital	Número	1
Tipo	FB	Idioma	KOP
Numeración		Automático	
Información			
Título		Autor	
Versión	0,1	ID personaliza- do	
Comentario		Familia	
Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia
▼ Input			
Valor	Bool	false	No remanente
Retardo	Time	T#0ms	No remanente
PermisoSimulación	Bool	false	No remanente
ActivarSimulación	Bool	false	No remanente
▼ Output			
OutValor	Bool	false	No remanente
OutValorInvertido	Bool	false	No remanente
SimActivado	Bool	false	No remanente
Estado	SInt	0	No remanente
InOut			
▼ Static			
TimerOn	IEC_TIMER		No remanente
Temp			
Constant			

Segmento 1: Valor de entrada



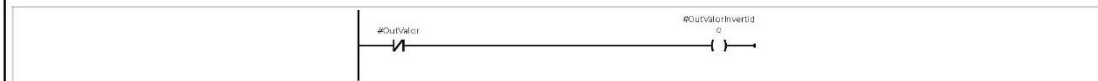
Segmento 2: Activar Simulación



Segmento 3: Activar la salida

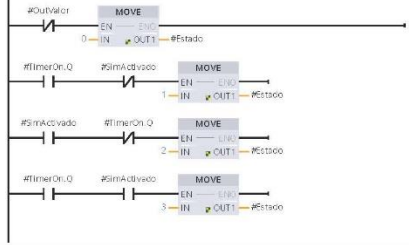


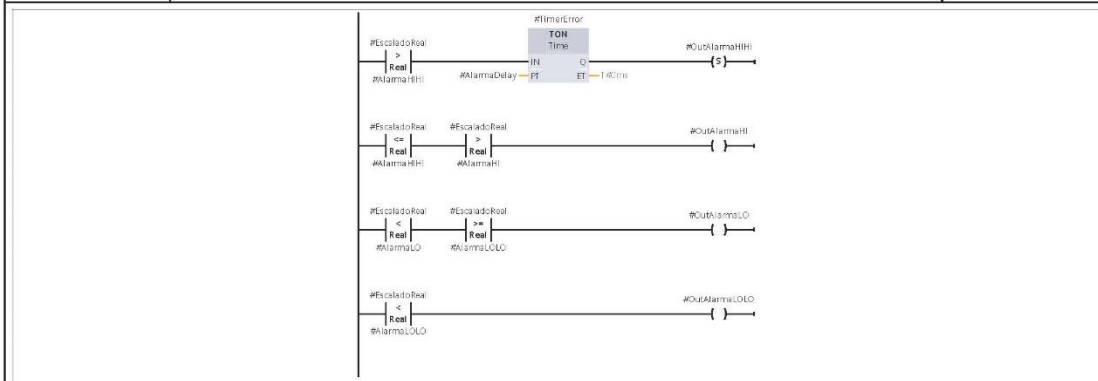
Segmento 4: Valor de salida invertido



Segmento 5: Estado



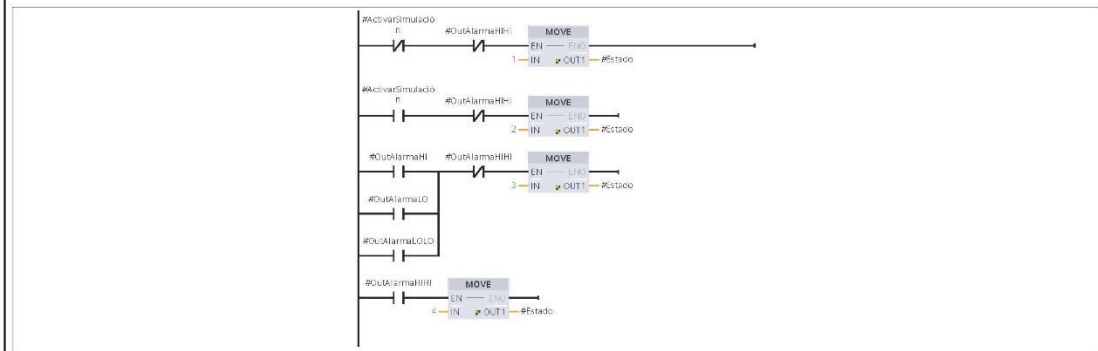




Segmento 5: Reset Alarma HHHI



Segmento 6: Estado



PLC_Horno [CPU 1516-3 PN/DP] / Bloques de programa / ArranqueEquipos

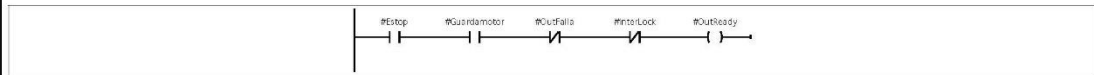
Motor [FB3]

Motor Propiedades

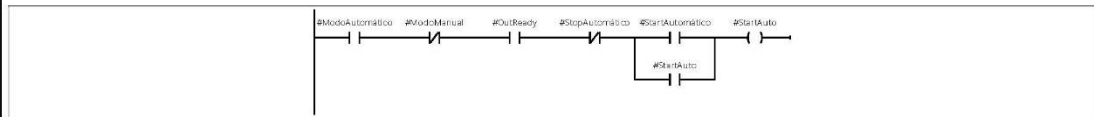
General					
Nombre	Motor	Número	3	Tipo	FB
Numeración	Automático			Idioma	KOP
Información					
Título		Autor		Comentario	
Versión	0,1	ID personaliza- do		Familia	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia
▼ Input			
ModoAutomático	Bool	false	No remanente
StartAutomático	Bool	false	No remanente
StopAutomático	Bool	false	No remanente
OnDelay	Time	T#0ms	No remanente
OffDelay	Time	T#0ms	No remanente
ModoManual	Bool	false	No remanente
StartManual	Bool	false	No remanente
StopManual	Bool	false	No remanente
Estop	Bool	false	No remanente
Guardamotor	Bool	false	No remanente
FeedBackRun	Bool	false	No remanente
InterLock	Bool	false	No remanente
DelayError	Time	T#0ms	No remanente
Pause	Bool	false	No remanente
Reset	Bool	false	No remanente
▼ Output			
OutReady	Bool	false	No remanente
OutMotor	Bool	false	No remanente
OutFalla	Bool	false	No remanente
OutEstado	Sint	0	No remanente
InOut			
▼ Static			
TimerOnDelay	IEC_TIMER		No remanente
TimerOffDelay	IEC_TIMER		No remanente
TimerFault	IEC_TIMER		No remanente
StartAuto	Bool	false	No remanente
StartMan	Bool	false	No remanente
Temp			
Constant			

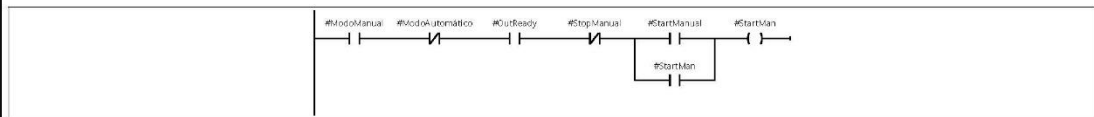
Segmento 1: Equipo listo para arrancar



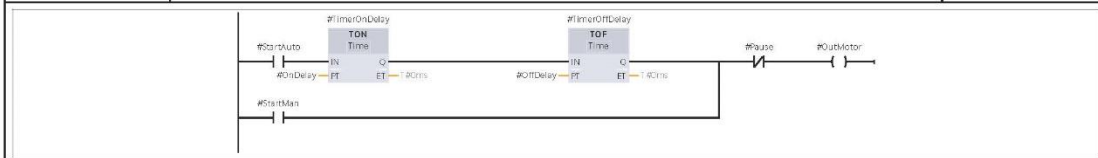
Segmento 2: Arranque en modo automático



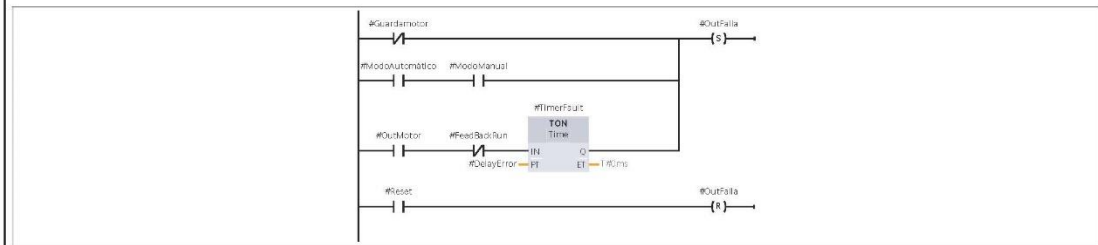
Segmento 3: Arranque en modo manual



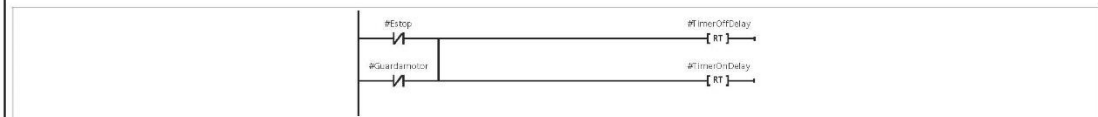
Segmento 4: Comando para arrancar



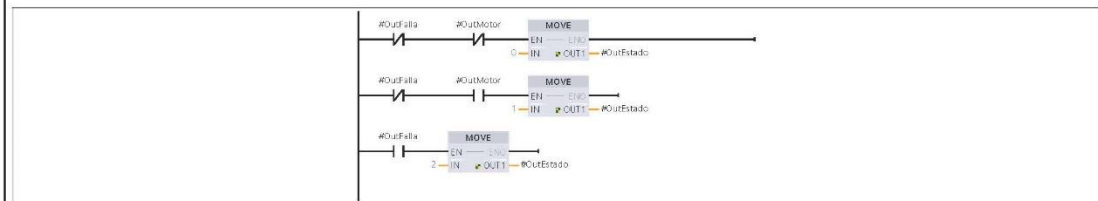
Segmento 5: Falla



Segmento 6: Reset Temporizador



Segmento 7: Estado

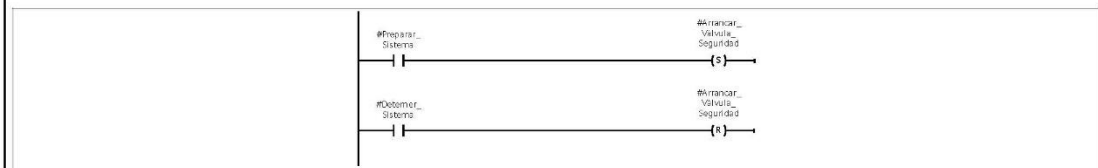


PLC_Horno [CPU 1516-3 PN/DP] / Bloques de programa / Horno

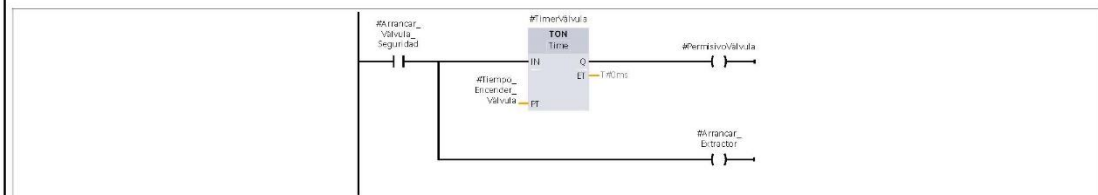
ArranqueHorno [FB4]

ArranqueHorno Propiedades							
General							
Nombre	ArranqueHorno	Número	4	Tipo	FB	Idioma	KOP
Numeración	Automático						
Información							
Título		Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					
Nombre	Tipo de datos		Valor predet.	Remanencia			
▼ Input							
Preparar_Sistema	Bool		false	No remanente			
Arrancar_Sistema	Bool		false	No remanente			
Deterner_Sistema	Bool		false	No remanente			
Temperatura_Listo	Real		0.0	No remanente			
Histéresis	Int		0	No remanente			
Temperatura_Actual	Real		0.0	No remanente			
Sensor_Flama_Ok	Bool		false	No remanente			
Presión_Gas_Ok	Bool		false	No remanente			
Tiempo_Encender_Válvula	Time		T#0ms	No remanente			
Tiempo_Desviación_Temperatura	Time		T#0ms	No remanente			
Resetear_Falla	Bool		false	No remanente			
▼ Output							
Preparado_Arrancar	Bool		false	No remanente			
Horno_Listo	Bool		false	No remanente			
Arrancar_Válvula_Seguridad	Bool		false	No remanente			
Arrancar_Extractor	Bool		false	No remanente			
Arrancar_Chispero	Bool		false	No remanente			
Falla_Chispero	Bool		false	No remanente			
Arrancar_PID	Bool		false	No remanente			
InOut							
▼ Static							
TimerVálvula	IEC_TIMER			No remanente			
TimerChispero	IEC_TIMER			No remanente			
TimerChisperoOff	IEC_TIMER			No remanente			
TimerFallaChispero	IEC_TIMER			No remanente			
TimerHornoListo	IEC_TIMER			No remanente			
PermisivoVálvula	Bool		false	No remanente			
HistéresisHI	Real		0.0	No remanente			
HistéresisLO	Real		0.0	No remanente			
Temp							
Constant							

Segmento 1: Apertura de válvula



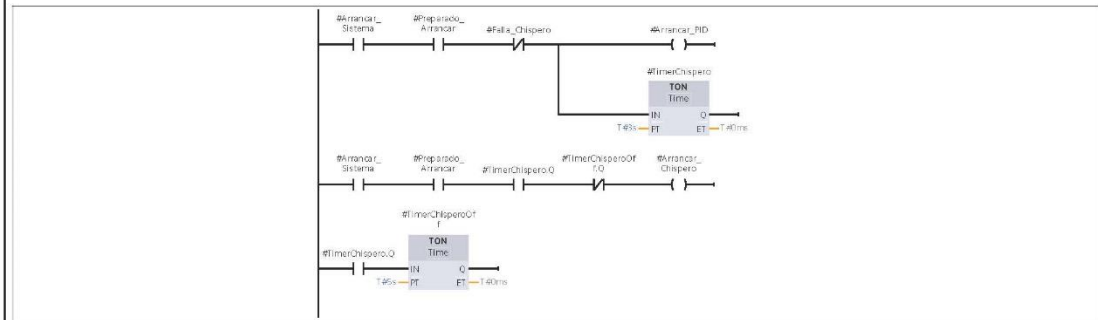
Segmento 2: Permisivo Válvula



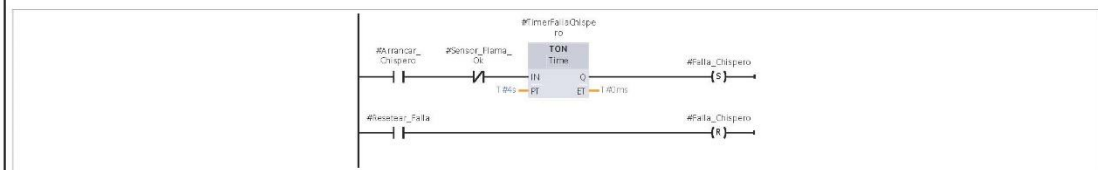
Segmento 3: Listo para Arrancar



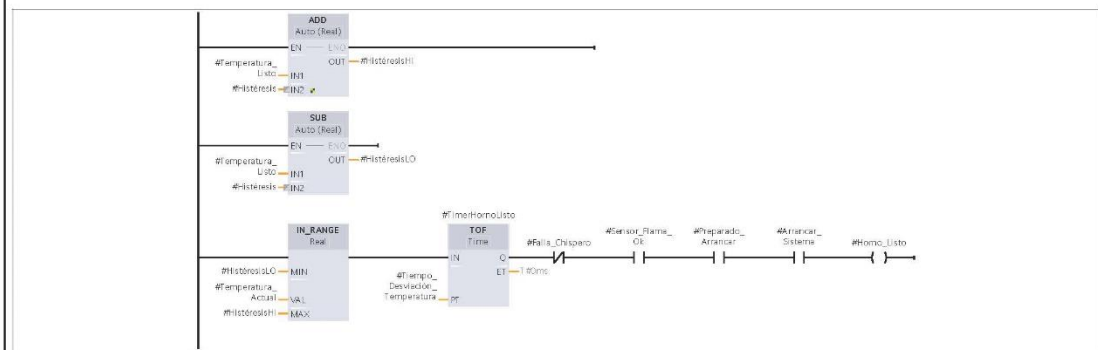
Segmento 4: Empezar secuencia de encendido



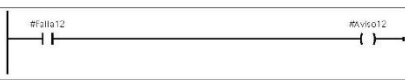

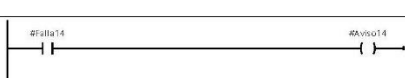

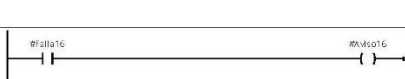

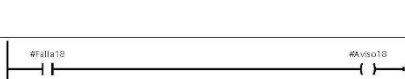



Segmento 5: Falla Chispero

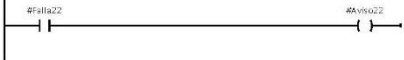

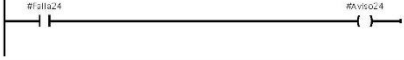



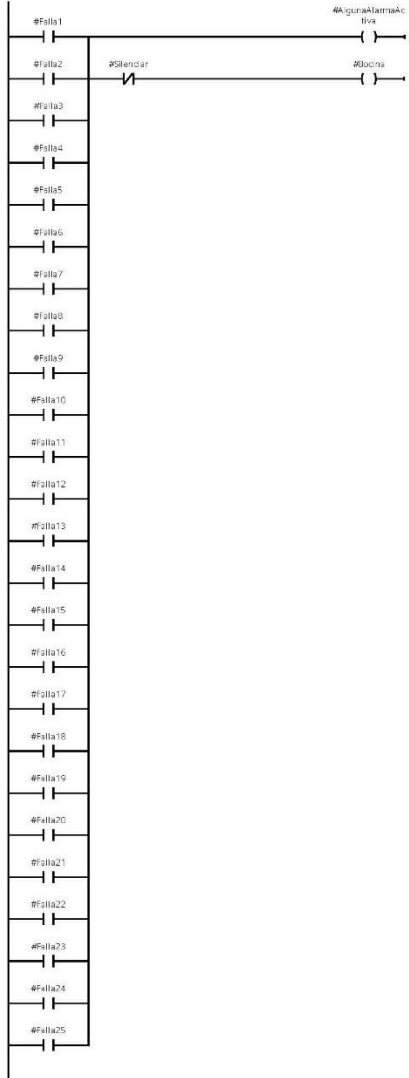
Segmento 6: Indicador de horno en funcionamiento



Totally Integrated Automation Portal		
Segmento 2:		
Segmento 3:		
Segmento 4:		
Segmento 5:		
Segmento 6:		
Segmento 7:		
Segmento 8:		
Segmento 9:		
Segmento 10:		
Segmento 11:		

Totally Integrated Automation Portal		
Segmento 12:		
		
Segmento 13:		
		
Segmento 14:		
		
Segmento 15:		
		
Segmento 16:		
		
Segmento 17:		
		
Segmento 18:		
		
Segmento 19:		
		
Segmento 20:		
		
Segmento 21:		
		
Segmento 22:		

Totally Integrated Automation Portal		
		
Segmento 23:		
		
Segmento 24:		
		
Segmento 25:		
		
Segmento 26: Alguna alarma		



PLC_Horno [CPU 1516-3 PN/DP] / Bloques de programa / PID

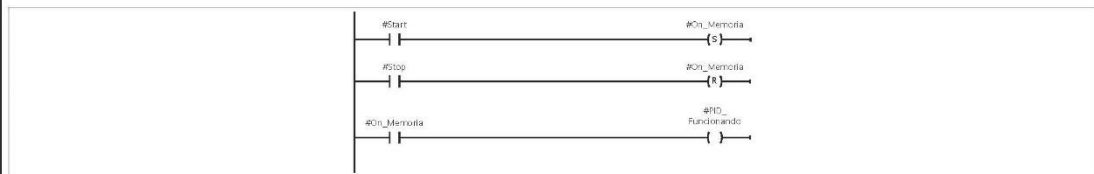
ControlPID [FB6]

ControlPID Propiedades

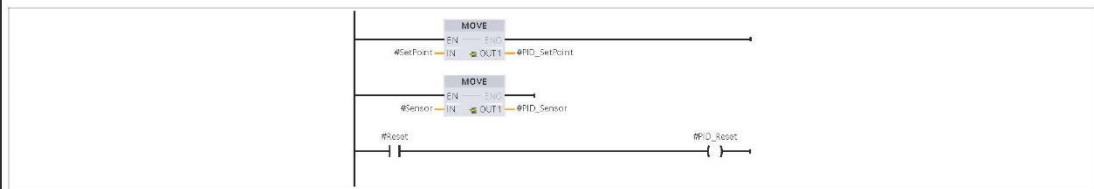
General							
Nombre	ControlPID	Número	6	Tipo	FB	Idioma	KOP
Numeración	Automático						
Información							
Título		Autor		Comentario		Familia	
Versión	0,1	ID personaliza- do					

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia
▼ Input			
Start	Bool	false	No remanente
Stop	Bool	false	No remanente
SetPoint	Real	0,0	No remanente
Sensor	Real	0,0	No remanente
Reset	Bool	false	No remanente
Falla	Bool	false	No remanente
FeedBackOutPID	Real	0,0	No remanente
▼ Output			
PID_Funcionando	Bool	false	No remanente
PID_SetPoint	Real	0,0	No remanente
PID_Sensor	Real	0,0	No remanente
PID_Reset	Bool	false	No remanente
PID_ActivarModo	Bool	false	No remanente
PID_Mode	Int	0	No remanente
AperturaDeVálvulaOk	Bool	false	No remanente
InOut			
▼ Static			
On_Memoria	Bool	false	No remanente
FP	Bool	false	No remanente
FP2	Bool	false	No remanente
Timer	IEC_TIMER		No remanente
Timer1	IEC_TIMER		No remanente
Temp			
Constant			

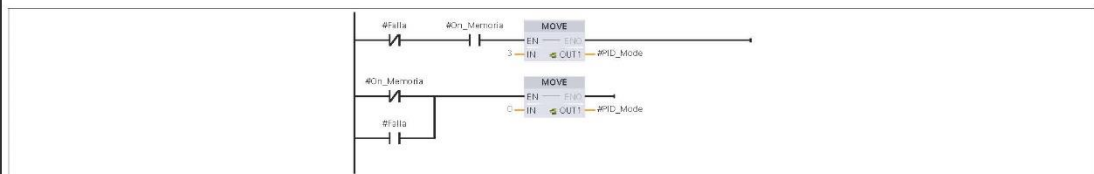
Segmento 1: Arrancar PID



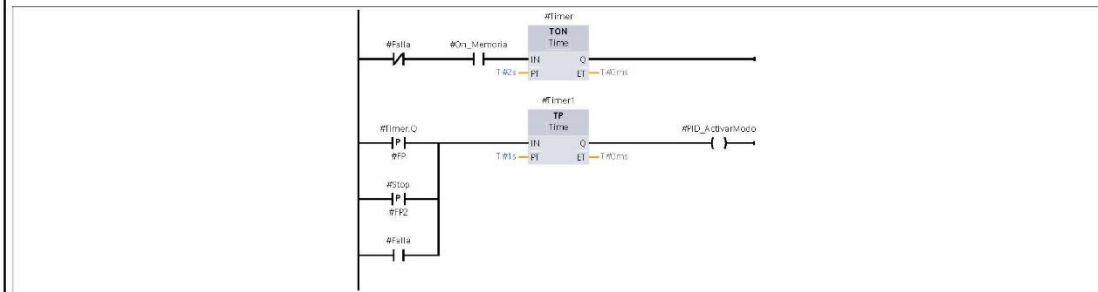
Segmento 2: Mover Parámetros



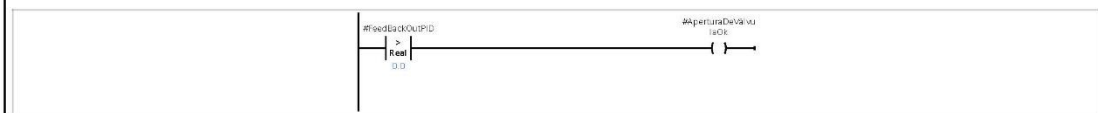
Segmento 3: ModeActivate



Segmento 4: Activar modo



Segmento 5: Apertura de válvula



PLC_Horno [CPU 1516-3 PN/DP] / Bloques de programa / SimularTemperatura

SimularTemp [FB8]

SimularTemp Propiedades

General			
Nombre	SimularTemp	Número	8
Tipo	FB	Idioma	KOP

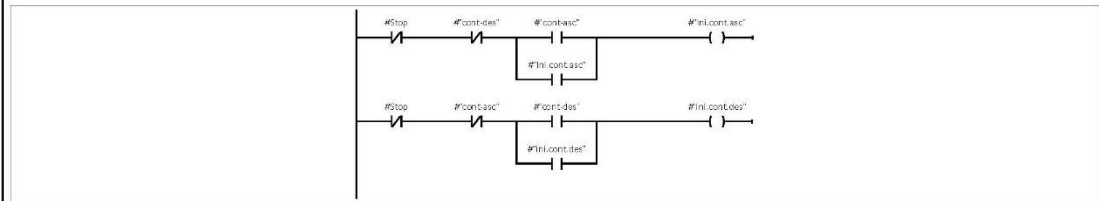
Numeración	Manual
------------	--------

Información

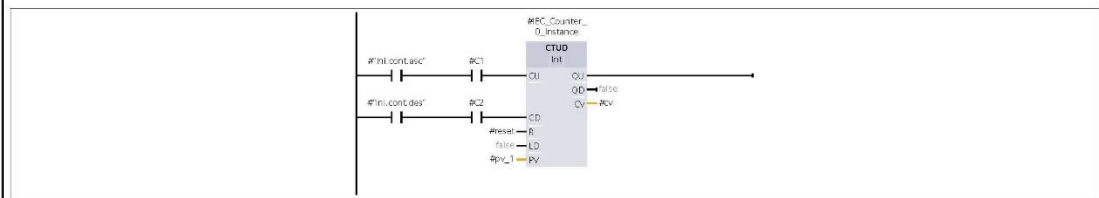
Título		Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizado					

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia
▼ Input			
timer	Bool	false	No remanente
cont-asc	Bool	false	No remanente
cont-des	Bool	false	No remanente
reset	Bool	false	No remanente
pv_1	Int	0	No remanente
Stop	Bool	false	No remanente
▼ Output			
cv	Int	0	No remanente
InOut			
▼ Static			
C1	Bool	false	No remanente
C2	Bool	false	No remanente
ini.cont.des	Bool	false	No remanente
ini.cont.asc	Bool	false	No remanente
PV	Bool	false	No remanente
IEC_Counter_0_Instance	CTUD_INT		Remanente
Temp			
Constant			

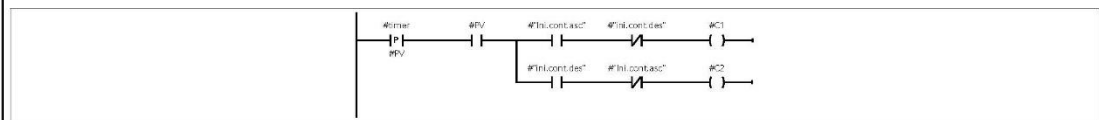
Segmento 1:



Segmento 2:



Segmento 3:

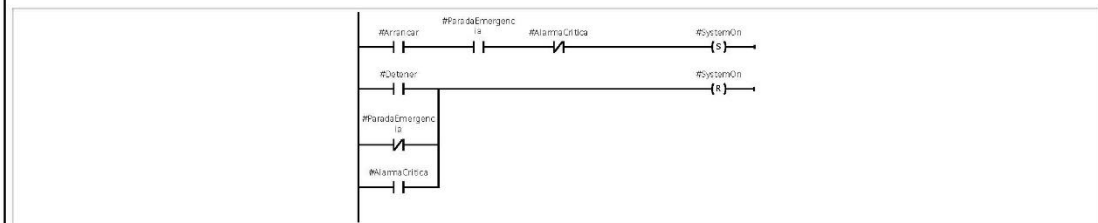


PLC_Horno [CPU 1516-3 PN/DP] / Bloques de programa / Secuencia

Secuencia [FB5]

Secuencia Propiedades							
General							
Nombre	Secuencia	Número	5	Tipo	FB	Idioma	KOP
Numeración	Automático						
Información							
Título		Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					
Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia				
▼ Input							
Arrancar	Bool	false	No remanente				
Detener	Bool	false	No remanente				
DetectorMaterialOk	Bool	false	No remanente				
PosiciónInicial	Bool	false	No remanente				
AireOk	Bool	false	No remanente				
Limpieza_SensorPos	Bool	false	No remanente				
Limpieza_Time	Time	T#0ms	No remanente				
Pintado_SensorPos	Bool	false	No remanente				
Pintado_Time	Time	T#0ms	No remanente				
Horno_EstadoOk	Bool	false	No remanente				
Horno_SensorPos	Bool	false	No remanente				
Horno_Time	Time	T#0ms	No remanente				
Enfriado_SensorPos	Bool	false	No remanente				
Enfriado_Time	Time	T#0ms	No remanente				
ParadaEmergencia	Bool	false	No remanente				
AlarmaCritica	Bool	false	No remanente				
▼ Output							
DetectorMaterial	Bool	false	No remanente				
CMD_Limpieza	Bool	false	No remanente				
CMD_Pintado	Bool	false	No remanente				
CMD_Horno	Bool	false	No remanente				
CMD_Enfriado	Bool	false	No remanente				
CMD_Transportador_Derecha	Bool	false	No remanente				
CMD_Transportador_Derecha_Int	SInt	0	No remanente				
CMD_Transportador_Izquierda	Bool	false	No remanente				
TiempoTotalDeCiclo	Int	0	No remanente				
InOut							
▼ Static							
SystemOn	Bool	false	No remanente				
PermissiveHorno	Bool	false	No remanente				
TimerLimpieza	IEC_TIMER		No remanente				
TimerPintado	IEC_TIMER		No remanente				
TimerCurado	IEC_TIMER		No remanente				
TimerEnfriado	IEC_TIMER		No remanente				
DerechaLimpieza	Bool	false	No remanente				
DerechaPintado	Bool	false	No remanente				
DerechaCurado	Bool	false	No remanente				
TransportadorIzquierda	Bool	false	No remanente				
FP	Array[0..5] of Bool		No remanente				
LimpiezaSec	DInt	0	No remanente				
PintadoSec	DInt	0	No remanente				
CuradoSec	DInt	0	No remanente				
EnfriadoSec	DInt	0	No remanente				
Temp							
Constant							

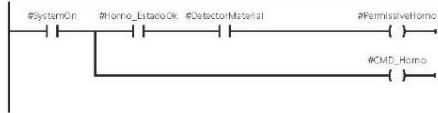
Segmento 1: Encender y detener secuencia



Segmento 2: Sensor de detección de material o Botón



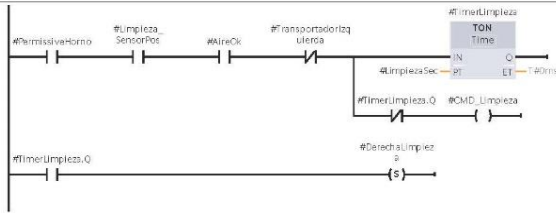
Segmento 3: Enviar comando a horno



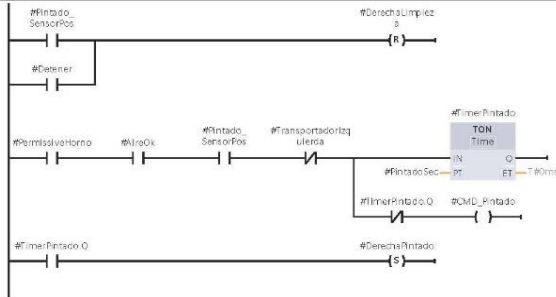
Segmento 4: Tiempos a segundos



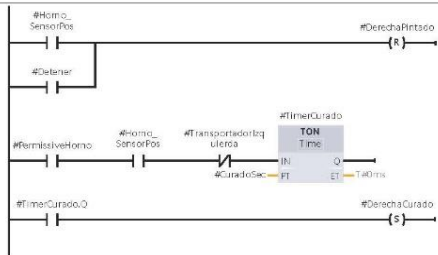
Segmento 5: Limpieza



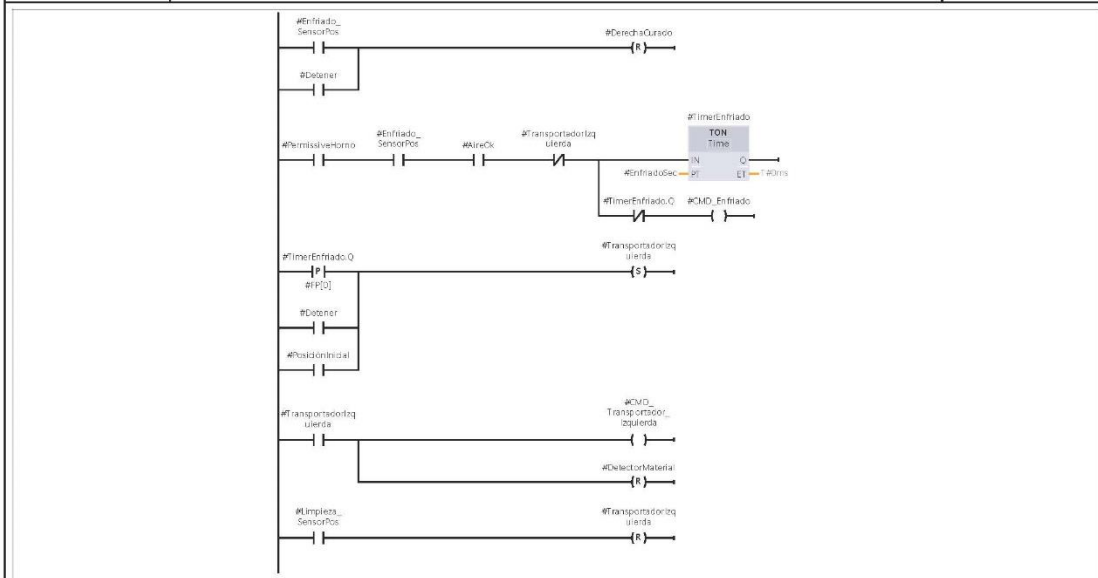
Segmento 6: Pintado



Segmento 7: Curado



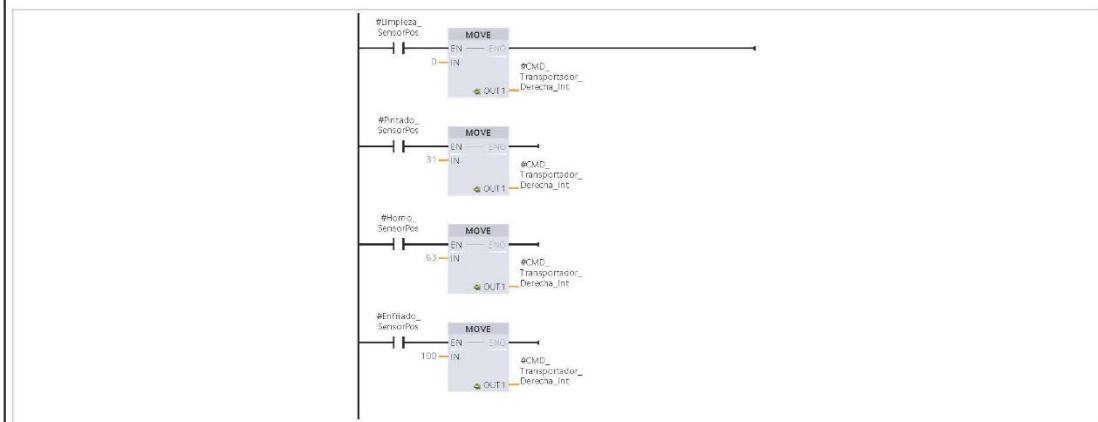
Segmento 8: Enfriado



Segmento 9: Movimiento horizontal derecho



Segmento 10: Valor Entero de transportador aéreo



Segmento 11: Tiempo total de ciclo

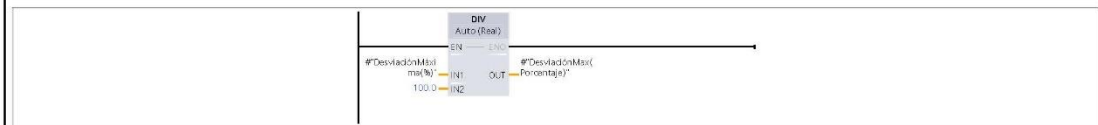


PLC_Horno [CPU 1516-3 PN/DP] / Bloques de programa / DesviaciónVálvula

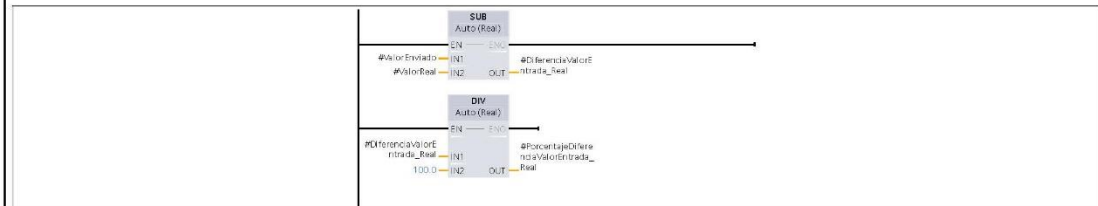
DesviaciónVálvula [FB9]

DesviaciónVálvula Propiedades			
General			
Nombre	DesviaciónVálvula	Número	9
Tipo	FB	Idioma	KOP
Numeración	Automático		
Información			
Título		Autor	
Versión	0,1	ID personalizado	
Comentario			Familia
Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia
▼ Input			
ValorEnviado	Real	0,0	No remanente
ValorReal	Real	0,0	No remanente
DesviaciónMáxima(%)	Real	0,0	No remanente
▼ Output			
DesviaciónSuperada	Bool	false	No remanente
InOut			
▼ Static			
DesviaciónMax(Porcentaje)	Real	0,0	No remanente
DiferenciaValorEntrada_Real	Real	0,0	No remanente
PorcentajeDiferenciaValorEntrada_Real	Real	0,0	No remanente
Temp			
Constant			

Segmento 1: convertir valor en porcentaje



Segmento 2: Calcular porcentaje de valor enviado



Segmento 3: Comparación de desviaciones

